mizan

AGUS PURWANTO, D.Sc.
Ahli fisika teoretis, lulusan Universitas Hiroshima, Jepang

"Penulisan buku ini baik untuk dijadikan referensi yang memberikan gambaran bahwa kemukjizatan Al-Quran itu tidak ada habis-habisnya, baik dari aspek konten maupun kontekstualisasinya dengan fenomena alam."
—**K.H. Hasyim Muzadi**,
Sekretaris Jenderal International Conference of Islamic Scholars (ICIS) dan Rais Syuriah PBNU

nalar ayat-ayat semesta

MENJADIKAN AL-QURAN SEBAGAI BASIS KONSTRUKSI ILMU PENGETAHUAN

KHAZANAH ILMU-ILMU ISLAM

Adalah salah satu lini produk (*product line*) Penerbit Mizan yang menyajikan informasi mutakhir dan puncak-puncak pemikiran dari pelbagai aliran pemikiran Islam.

nalar ayat-ayat semesta

MENJADIKAN AL-QURAN SEBAGAI BASIS KONSTRUKSI ILMU PENGETAHUAN

AGUS PURWANTO, D.Sc.
Ahli fisika teoretis, lulusan Universitas Hiroshima, Jepang

NALAR AYAT-AYAT SEMESTA
Menjadikan Al-Quran
sebagai Basis Konstruksi
Ilmu Pengetahuan

Penyunting Yadi Saeful Hidayat, Henny Irawati

Proofreader Meiry Astuti

Edisi I Syawwal 1433 H/Agustus 2012
Edisi II Rabi' Al-Tsani 1436 H/Februari 2015

Diterbitkan oleh Penerbit Mizan
PT Mizan Pustaka
Anggota IKAPI
Jln. Cinambo (Cisaranten Wetan) No. 135
Ujungberung, Bandung 40294
Telp. (022) 7834310 — Faks. (022) 7834311
e-mail: khazanah@mizan.com
http://www.mizan.com

Desain sampul Andreas K.
Desain isi Uus Suyudi

ISBN 978-979-433-865-0

E-book ini didistribusikan oleh Mizan Digital Publishing (MDP)
Jln. T. B. Simatupang Kv. 20,
Jakarta 12560 - Indonesia
Phone: +62-21-78842005 — Fax.: +62-21-78842009
website: www.mizan.com
e-mail: mizandigitalpublishing@mizan.com
twitter: @mizandotcom
facebook: mizan digital publishing

Kata Pengantar

Segala puji hanya milik Allah yang telah menurunkan Al-Kitab yang tanpa salah sedikit pun di dalamnya; yang telah menciptakan langit dan Bumi serta segala sesuatu di antara keduanya dalam harmoni, kesetimbangan, dan kesempurnaan estetis. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad Saw., keluarga, para sahabat, serta pengikut setianya sampai akhir zaman.

Buku yang ada di hadapan pembaca ini merupakan lanjutan dari buku sebelumnya, *Ayat-Ayat Semesta: Sisi-Sisi Al-Quran yang Terlupakan*. Lanjutan dalam arti spirit isi buku sama, Al-Quran sebagai basis ilmu pengetahuan alam, dan memperkuat argumen serta memaparkan contoh kehidupan beberapa ilmuwan dan rekonstruksi teori sederhana dari wahyu. Sains berbasis wahyu dengan beberapa kasus atau contoh ini terwakili dalam judul *Nalar Ayat-Ayat Semesta: Upaya Konstruksi Sains Islam*.

Daftar atau indeks subjek ayat, penulis tampilkan ulang dan secara umum tetap sama, hanya ada perubahan kecil. Hal ini penulis lakukan mengingat pentingnya daftar atau indeks subjek tersebut dan tetap dimiliki seandainya pembaca hanya mempunyai salah satu dari kedua buku ayat kauniyah ini. Beberapa bahasan terasa masih berimpitan dengan judul yang sama di buku terdahulu, tetapi secara umum telah penulis upayakan berbeda dari sisi pendekatan atau sudut pandang. Untuk yang terakhir ini, analisis lafaz, meski belum lengkap, mungkin menjadi ciri utama dan setidaknya penulis telah mengawali pendekatan ini. Mengapa penulis sebut demikian?

Pada 21-23 Juni 2011, penulis menghadiri Musyawarah Kerja Nasional Ulama Al-Quran di Mataram atas undangan Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama Re-

publik Indonesia. Penulis diundang untuk menelaah dan mengkritisi Tafsir Ilmu Penciptaan Jagat Raya dalam Perspektif Al-Quran dan Sains. Pleno pertama menampilkan tiga narasumber dan salah satunya adalah mahaguru tafsir, demikian Gubernur NTB dan para peserta menyebut, Prof. Dr. Quraish Shihab. Salah satu saran dalam melakukan tafsir tematik maupun tafsir ilmu, menurut Prof. Quraish, adalah dengan menelaah lafaz semua makna yang mungkin dari lafaz. Penulis sebagai peserta asing, dalam arti tidak berasal dari IAIN/UIN/STAIN/Ponpes, dan tidak berkopiah di forum itu merasa sedikit lega. Sebabnya, meski belum sempurna, penulis telah melakukan telaah lafaz tersebut di dalam buku ini.

Telaah lafaz ini pula yang membuat penulisan buku ini secara umum menjadi lebih sulit dan lama. Karena itu, penulis harus berterima kasih kepada teman seharakah ketika SMA dulu, Dr. H. Syamsul Hidayat, M.A., mantan mu'dir Pondok Pesantren Hajjah Nuriyah Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta yang kini Wakil Ketua Majelis Tabligh Pimpinan Pusat Muhammadiyah. Terima kasih juga kepada mantan Wakil Rektor Bidang Kerja Sama Universitas Islam Negeri Malik Maulana Ibrahim Malang, Dr. H. M. Saad Ibrahim, yang sekarang Wakil Ketua Bidang Tarjih dan Tajdid Pimpinan Wilayah Muhammadiyah Jawa Timur. Kepada kedua tokoh tersebut penulis berkonsultasi tentang bahasa Arab, tafsir, dan asbabun nuzul ayat selama menulis naskah buku ini. Tanpa bantuan keduanya dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis yang kadang buta waktu, rasanya buku ini belum bisa hadir pada 2011.

Penulis juga harus berterima kasih kepada banyak pembahas, peserta aktif yang memberi pertanyaan-pertanyaan yang tidak terlintas sebelumnya, dalam parade presentasi buku *Ayat-Ayat Semesta*. Sebut saja Kang Irfan Anshori (Allahu yarham) yang ketika *Grand Launching* di Salman mengkritik penulis karena tidak berani berpikir atau menerjemah sendiri kata *anzalnâ* (*hadîda*) dalam Al-Quran Surah Al-Hadîd (57) yang dalam Al-Quran terjemahan Depag diterjemah *menciptakan*, padahal seharusnya *menurunkan* (*besi*). Kritik ini yang memicu untuk telaah

lafaz. Juga salah seorang peserta diskusi di Masjid At-Tiin Taman Mini Indonesia Indah Jakarta yang bertanya kritis, apakah semut sekarang masih secerdas semut semasa Nabi Sulaiman a.s., dan bagaimana evolusi hewan semut. Pertanyaan yang tidak dapat penulis jawab, tetapi merupakan pertanyaan dasar bagi nalar ayat untuk menurunkan teori semut dari wahyu, tentu setelah melalui riset lapangan.

Terima kasih sekaligus permintaan maaf juga harus penulis sampaikan kepada para mahasiswa bimbingan penulis di Laboratorium Fisika Teori dan Filsafat Alam (LaFTiFA) ITS yang terpaksa berkorban jam presentasi. Karena penulis suntuk menyelesaikan naskah buku ini, presentasi dua kali sepekan mereka jadi banyak bolongnya. Terima kasih kepada Intan Fatimah Hizbullah dan Nurhadi yang membantu pengadaan referensi.

Penulis juga harus berterima kasih dan memohon maaf kepada belahan jiwa; Hanifah, dan para buah hati; Fauzan, Fahmi, Fahri, Fairuz, dan Fikri. Bagaimanapun waktu sebagai keluarga normal agak terganggu dan tanpa kebesaran hati orang-orang paling dekat ini, tentu buku ini tidak dapat penulis selesaikan. Semoga Allah menerima amal kita semua sebagai amal saleh yang memberatkan timbangan kebaikan kita di Hari Perhitungan kelak. Amin.

Sukolilo, Surabaya
Sya'ban 1432 H/Juli 2011

Agus Purwanto

Transliterasi

ا	a	خ	kh	ش	sy	غ	gh	ن	n
ب	b	د	d	ص	sh	ف	f	و	w
ت	t	ذ	dz	ض	dh	ق	q	ه	h
ث	ts	ر	r	ط	th	ك	k	ء	’
ج	j	ز	z	ظ	zh	ل	l	ي	y
ح	h̲	س	s	ع	‘	م	m		

â = a panjang
î = i panjang
û = u panjang

Apresiasi atas *Nalar Ayat-Ayat Semesta:*

Menjadikan Al-Quran sebagai Basis Konstruksi Ilmu Pengetahuan

"Salah satu keistimewaan dan sekaligus sebagai mukjizat Al-Quran ialah ayat-ayat Al-Quran yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan. Ayat-ayat tersebut dapat dipahami secara optimal oleh mereka yang memiliki pengetahuan tentang kealaman selain pengetahuan tentang bahasa Arab. Buku *Nalar Ayat-Ayat Semesta: Menjadikan Al-Quran sebagai Basis Konstruksi Ilmu Pengetahuan* karya Agus Purwanto sangat membantu pembacanya untuk memahami konsep-konsep Al-Quran tentang kealaman. Dengan memahami keunggulan dan keistimewaan Al-Quran tersebut, para pembaca akan memperoleh kepuasan intelektual dalam beragama Islam."

—**Prof. Dr. H. Miftah Faridl**, Ketua Umum MUI Kota Bandung

"Ayat-ayat Allah tidak saja terbaca pada penciptaan alam semesta, pada pergantian musim yang berputar tanpa henti, tetapi juga pada air 'serasah' yang terjun, pada kicauan murai di pagi hari, pada cara lebah membuat sarang dan madu, dan pada aneka ragam ciptaan yang tak terhitung jumlahnya. Oleh sebab itu, setiap upaya serius untuk menyingkapkan ayat-ayat itu secara ilmiah, seperti yang termuat dalam karya ini, perlu dirayakan dan dihargai, sekalipun akan menuai kritik, saran, dan yang sejenis itu."

—Ahmad Syafii Maarif, cendekiawan Muslim

"Buku *Nalar Ayat-Ayat Semesta* dan *Ayat-Ayat Semesta* akan kami jadikan buku wajib bagi para guru mata pelajaran sains di Pesantren

Tebuireng. Diharapkan kedua buku itu akan memicu dan memacu para guru dan santri untuk berjuang membumikan ayat-ayat Al-Quran."

—**Salahuddin Wahid**, Pengasuh Pesantren Tebuireng

"Tulisan dan pemikiran yang mengupayakan penalaran Al-Quran melalui fenomena alam perlu dilakukan. Tapi, upaya ini harus diletakkan secara proporsional, baik dalam segi penafsiran maupun upaya kontekstualisasinya. Penulisan buku ini baik untuk dijadikan referensi yang memberikan gambaran bahwa kemukjizatan Al-Quran itu tidak ada habis-habisnya, baik dari aspek konten maupun kontekstualisasinya dengan fenomena alam. Dengan demikian, Al-Quran bukan hanya kitab suci, tapi juga kitab faktual."

—**K.H. Hasyim Muzadi**, Sekretaris Jenderal
International Conference of Islamic Scholars (ICIS)
dan Rais Syuriah PBNU

"Buku ini sangat berguna sebagai rujukan bagi wacana hubungan antara Al-Quran dan sains, khususnya, dan antara agama dan sains, pada umumnya. Ia bukan saja memuat daftar ayat-ayat Al-Quran tentang alam yang tersusun secara sistematis, tetapi juga penalaran penulis terhadap fakta dan pengetahuan sains yang terkandung dalam ayat-ayat tersebut. Kelebihan lain buku ini adalah cara penyampaian yang memungkinkan wacana berat Sains Islam dipahami bukan hanya kelompok tertentu, melainkan berbagai kelompok masyarakat."

—**Osman Bakar, Ph.D.**, Profesor Emeritus Filsafat Ilmu
University of Malaya Kuala Lumpur, penulis *Tauhid dan Sains*

Isi Buku

Pendahuluan

Ayat-Ayat Semesta

Ayat-Ayat Semesta: Sisi-Sisi Al-Quran yang Terlupakan (AAS) mendapat sambutan luar biasa dari masyarakat. Sejak *soft launching* di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada 15 Mei 2008 dan *grand launching* di Masjid Salman Institut Teknologi Bandung (ITB) sepuluh hari kemudian, sampai dengan 1 Mei 2011, AAS telah dipresentasikan sebanyak 86 kali. Audiens AAS datang dari berbagai lapisan masyarakat, mulai guru besar, menteri, bupati, rektor, kiai, mahasiswa, santri, sampai kepala desa di kaki gunung terpencil beserta warganya. AAS juga telah dibicarakan dua kali di depan komunitas Hindu lokal dan internasional, keduanya bertempat di Denpasar, Bali.

Sesuai dengan judulnya, ayat-ayat kauniyah yang berjumlah 800 ayat ini merupakan ayat-ayat yang dilupakan oleh ulama dan umat Islam. Ketika ayat-ayat tersebut diangkat ke permukaan, bukan hanya umat Islam yang terkesima, kalangan di luar Islam pun menunjukkan ketertarikannya. Diskusi tentang AAS di Aula Fakultas Kedokteran Universitas Udayana (Unud) pada 21 November 2009 yang dihadiri sekitar 300 cendekiawan dan pemuka Hindu dari Bali dan dunia, menggambarkan keadaan tersebut.

Pada seminar internasional bertema "Spirituality and Human Life" yang diselenggarakan oleh Bhaktivedanta Institute Indonesia, AAS dikemas dalam judul "Nature and Spirituality in the Koran's Perspective". Selain saya, terdapat tiga narasumber lain dan mantan Rektor Unud bertindak sebagai moderator. Narasumber dari Malaysia mengangkat topik "The Origin of Life: What Does Bhagavad-gita Say?", narasumber dari Singapura mengemukakan makalah berjudul "Man, Mind, and

Consciousness", sedangkan narasumber dari India membawakan makalah berjudul "Scientific Dimension of Bhagavad-gita".

Sebagai pembicara yang tampil pada urutan ketiga, saya sempat ragu dengan bahan presentasi yang berbeda dari yang lain, apalagi penguasaan saya akan terminologi Inggris yang terkait dengan tema relatif minim. Audiens diam, tenang. Entah tertarik atau bosan. Satu-satunya pertimbangan yang menyemangati saya adalah misi khusus untuk menyampaikan pesan bahwa Islam tidak identik dengan Bom Bali. Presentasi AAS yang ke-44 tersebut berlangsung kurang lebih 30 menit dan berakhir dengan *standing applause*. Ruangan membahana. Saya sulit percaya, tetapi itulah yang terjadi. Mereka sangat antusias dan tidak mengira Al-Quran juga bercerita tentang alam secara terperinci.

Gunung bertasbih
Ombak berdebur
Purnama menyentuh
Horizon menggelorakan jiwa
Burung-burung beterbangan sambil melantunkan pujian
Lebah tidak sekadar menyengat
Semut tidak hanya berebut gula
Melainkan mengajak manusia mendekat
dan menyatu dengan Pencipta

Usai presentasi, keempat narasumber duduk di depan untuk sesi diskusi. Kejutan kembali terjadi. Semua pertanyaan dan komentar hanya ditujukan kepada saya. Sebagian memuji dan takjub, sebagian lagi penasaran apakah benar yang saya sampaikan itu berasal dari Al-Quran. Mereka tidak menyangka Al-Quran penuh deskripsi yang indah tentang alam. Sebagian pertanyaan saya jawab, sebagian lain, menurut bisikan moderator, tidak perlu dijawab agar tidak mempertajam perbedaan.

Moderator tidak mau membuat simpulan, tetapi menurutnya ada satu pernyataan yang menarik dari presentasi AAS, terkait implikasi sains positivistik, "*God is not retired*". Seusai kutipan tersebut digunakan

untuk menutup acara, ruangan kembali bergemuruh oleh tepuk tangan panjang.

AAS juga memukau para petinggi, direktur utama, dan kelompok eksekutif. Setidaknya itu yang dapat dilihat pada presentasi AAS di rumah dinas Mensesneg Hatta Rajasa pada 14 September 2008. Sekitar 500 alumni ITB yang berkumpul di rumah ketuanya itu sempat membuat saya kehilangan rasa percaya diri. Maklum, penampilan para alumni tersebut sangat variatif, mulai dari yang berpenampilan seperti artis yang modis metropolis sampai mujahidin dengan jenggot dan serban. Saya penasaran, mungkinkah para artis tersebut tertarik pada tasawuf, para mujahidin tertarik pada filsafat, dan kelompok eksekutif tertarik pada gagasan sains Islam? Pikiran ini menggelayuti benak dan memudarkan rasa percaya diri saya sebelum presentasi.

Saya sempat berpikir untuk memperpendek waktu presentasi, yang semula direncanakan 1 jam, menjadi 15 menit saja. Sebelum ceramah tarawih yang diisi dengan presentasi AAS, pertemuan itu diawali dua sambutan, pertama dari tuan rumah yang juga Ketua Ikatan Alumni ITB (IA-ITB), selanjutnya dari Rektor ITB. Pada sambutannya, tuan rumah dan rektor menyelipkan humor yang membuat hadirin *ger-geran* dan suasana menjadi cair. Rasa percaya diri saya pun tumbuh hingga tiba saat presentasi. Jamaah hening, seolah larut dalam perjalanan menembus ruang-waktu dan penjelajahan filosofis. Sesekali berakrobat turun ke Bumi sambil terpingkal-pingkal menertawakan kejahilan diri sendiri. Tidak terasa presentasi berlangsung lebih dari satu jam, jamaah tetap tenang di tempat duduk tanpa beringsut sejengkal pun, kecuali satu-dua ibu yang hendak ke kamar kecil. Usai shalat Tarawih, saya diserbu jamaah yang minta tanda tangan, ingin dapat AAS karena belum kebagian, dan sebagian lagi mencecar dengan pertanyaan-pertanyaan.

AAS dikritisi sangat serius pada presentasi ke-15 yang diselenggarakan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, pada 18 September 2008. AAS dibahas oleh Dr. Sa'ad Ibrahim, Pembantu Rektor UIN Malang Bidang Kerja Sama. Dr.

Sa'ad menuangkan pembahasannya dalam tulisan 4 halaman dengan judul "Menimang Buku Ayat-Ayat Semesta: Apresiasi dan Kritik". Apresiasi dan kritiknya terhadap AAS, sebagai berikut:

1. Tafsir Al-Quran memiliki tiga kategori struktural, sebagai (a) penjelas makna, (b) upaya eksplorasi paradigma, dan (c) upaya penggalian hikmah filosofisnya. Dalam hal ini, AAS lebih banyak berorientasi pada kategori sebagai penjelas makna daripada sebagai upaya eksplorasi paradigma dan penggalian hikmah filosofis Al-Quran.
2. Salah satu metode tafsir ialah dengan memanfaatkan ilmu pengetahuan, baik secara substansial maupun metodologis, yang memiliki dua kategori: (a) menafsirkan Al-Quran dengan menggunakan temuan-temuan penelitian ilmiah, yang kemudian dikenal dengan *al-tafsir bi al-'ilm*; dan (b) menafsirkan dengan menggunakan metode ilmiah positivistik, yakni menafsirkan secara rasional, kemudian membuktikan secara empiris, suatu tafsir yang dikenal dengan sebutan *al-tafsir al-'ilmiy*. Berdasarkan kategori ini, AAS lebih banyak bergerak pada kategori pertama.
3. Penafsiran terhadap Al-Quran menghasilkan muatan-muatan yang bertingkat-tingkat. Ada yang primer, sekunder, tersier, dan seterusnya. Semakin tinggi tingkatan muatannya, semakin mudah dipahami. Sebaliknya, semakin rendah tingkatannya, semakin rumit pemahamannya. AAS lebih banyak mengambil porsi pada kerumitan ini, yang tentu saja tidak bisa dilakukan oleh semua orang.
4. Sekalipun AAS telah menafsirkan ayat-ayat tentang semesta dengan baik, tetap harus diyakini bahwa masih sebagian kecil ayat yang tereksplorasi. Karena muatan ayat-ayat Al-Quran begitu luas, dapat dipastikan setiap ayat menuntut keahlian tertentu untuk dapat dipahami dengan baik. Dengan demikian, di samping terdapat syarat-syarat umum untuk memahaminya, seperti penguasaan bahasa Arab, masih diperlukan syarat-syarat khusus, misalnya, jika suatu ayat bermuatan tentang astrofisika, penguasaan disiplin ilmu ini mutlak diperlukan oleh seorang mufasir. Ke depan, sudah harus dipikirkan

upaya menafsirkan ayat-ayat Al-Quran secara kolektif, sesuai dengan karakteristik setiap ayat yang akan ditafsirkan.

5. Melalui komentar-komentar mereka, banyak orang telah memberi apresiasi dan penghargaan, bahkan sempat menjadi topik dalam wawancara eksklusif oleh beberapa majalah, sebut saja majalah *Gontor* dan *Matan*. Dr. Sa'ad pun memberikan penghargaan yang sama, sekalipun disambung dengan beberapa catatan khusus, antara lain:
   - Kurang memanfaatkan kitab-kitab tafsir dan yang sejenisnya, khususnya kitab-kitab terbaru, sekadar menyebut, misalnya, *Al-Mizan* karya fenomenal Thabathaba'i, *Kasyf Al-Asrâr Al-Nûrâniyyah Al-Qur'âniyyah fî mâ Yata'allaq bi Al-Ajrâm Al-Samâwiyyah wa Al-Ardhiyyah wa Al-Hayawânât wa Al-Nabâtât wa Al-Jawâhir Al-Ma'daniyyah* oleh Muhammad ibn Ahmad Al-Iskandaraniy, *Thabâ'i' Al-Istibdâd wa Mashâri' Al-Isti'bâd* oleh Abd Al-Rahman Al-Kawakibiy, *Al-Islâm wa Al-Thibb Al-Hadits* karya seorang dokter terkenal, Abd Al-'Aziz Isma'il.
   - Muncul kesan adanya nada minor terhadap disiplin fiqih (h. 24), tetapi sekaligus memperlihatkan bahwa ia diperlukan (h. 250). Tampaknya akan lebih *fair* jika setiap orang dibiarkan mengambil peran keilmuan dan keislaman sesuai dengan minatnya, sebab masing-masing telah memberikan sumbangan bagi kemaslahatan umat. Lebih baik lagi jika ada kerja sama antardisiplin ilmu tersebut, dengan prinsip saling menghargai dan memahami posisi masing-masing. Dalam konteks ini terasa sejuk membaca usulan AAS (h. 282) tentang perlunya duduk bersama antara ilmuwan astrofisika Muslim dan ahli fiqih untuk membicarakan kalender Qamariyah.
   - Klasifikasi ayat-ayat tentang alam semesta tidak memasukkan, misalnya, ayat 1 (atau 2 bagi mereka yang memandang ayat pertamanya *Bismillâh*) Surah Al-Fâtihah, dengan alasan ayat tersebut tidak memberi informasi apa pun tentang alam semesta. Tampaknya hal ini perlu dipikirkan kembali. Justru ayat ini memberi informasi kunci dan transendental bahwa Allah adalah Pencipta dan Pemelihara alam semesta, yang dengan demikian paradigma

Darwinisme mesti ditolak, tentang dominasi kebetulan eksistensi, termasuk alam semesta ini.

- Ketika mengkaji sains Islam, didapati pernyataan bahwa *Sains adalah produk manusia* (h. 187). Pernyataan tersebut berbeda dengan ahli fiqih yang selalu menyatakan bahwa ijtihad itu bukan menciptakan hukum, tetapi menemukannya. Implikasi pernyataan tersebut adalah sekularisme, karena mengatakan bahwa produsen sains adalah manusia. Dalam hal ini diperlukan kehati-hatian, sebab sebenarnya sains itu bukan ciptaan manusia, hukum tentang gravitasi bukan ciptaan Newton, hukum itu sudah ada sebelum Newton ada. Ia hanya menemukan hukum tersebut, Penciptanya adalah Allah! Syukurlah kemudian pada halaman 407 ditemukan pernyataan, *Kita yakin, semua ilmu yang telah digali manusia masih belum seberapa dibandingkan dengan yang belum digali*. Suatu pernyataan yang mengisyaratkan bahwa manusia sekadar penggali, bukan pencipta.
- Seperti buku lain, AAS pun belum berhasil memberikan jawaban bagaimana struktur alam semesta ini. Bagaikan bola dengan galaksi-galaksi di dalamnya, yang kulit bolanya merupakan langit pertama, kemudian di luarnya terdapat lapisan-lapisan yang merupakan alam gaib, mulai langit kedua sampai langit ketujuh. Termasuk alam gaib itu surga, Sidratul Muntaha, dan 'Arsy Allah yang berada di langit ketujuh sebagai alam gaib tertinggi.

Di luar yang tertulis, pembahas banyak menyinggung hal menarik lain, salah satunya adalah pengertian ulama. Dalam setiap rangkaian perawi (sanad) hadis *al-'ulamâ' waratsatul anbiyâ'* terdapat nama Qais ibn Katsir, yang statusnya didhaifkan oleh semua ahli hadis sehingga hadis terkenal ini sebenarnya adalah hadis dhaif. Pengertian ulama semestinya cukup mengacu pada Surah Fâthir (35): 27-29. Ulama adalah mereka yang memahami fenomena alam, fenomena sosial, dan menemukan simpulan eksistensi The Greatest Creator dalam renungannya. Ulama

juga memahami kitab, menegakkan shalat, dan menafkahkan rezeki mereka.

Saya memberi sedikit komentar, khususnya poin terakhir. AAS memang tidak sedang membangun struktur alam semesta. AAS baru melakukan hal sederhana yang sebenarnya dapat dilakukan oleh semua orang, tetapi tidak dilakukan, yakni kompilasi dan klasifikasi ayat-ayat kauniyah. Selama ini orang menyatakan bahwa di dalam Al-Quran terdapat banyak ayat kauniyah. Pernyataan kualitatif karena tidak pernah menyebut jumlah, apalagi klasifikasinya. Delapan ratus ayat kauniyah tersebut terdeskripsi lebih terperinci ke dalam tema, seperti air, angin, api, asap, awan, bintang, Bulan, Bumi, burung, cahaya, daun, gelombang, gunung, guruh, hujan, jahe, kabut, kapal, laba-laba, rayap, semut, sampai zarrah. Muatan lainnya adalah gagasan sains Islam sampai tataran operasional dengan contoh-contoh konkret sebagai agenda ilmuwan Muslim mendatang.

Presentasi AAS ke-64 berlangsung di Universitas Andalas (Unand), Padang, pada 2 September 2010, dikemas dalam Seminar "Epistemologi Islam". Acara yang dibuka langsung oleh Rektor Unand dan ditutup oleh Dekan FMIPA tersebut menghadirkan Dr. Ardinis Arbain dari Jurusan Biologi Unand sebagai pembahas. Setelah membahas 4 relasi agama dan sains versi Ian Barbour, pembahas menyatakan bahwa AAS dengan sains Islam-nya berpotensi menjadi gagasan gila. Menurutnya, di Indonesia terdapat 3 orang "gila" dari Jawa Timur. *Pertama*, Nurcholish Madjid yang dikenal dengan terjemahan "Tiada tuhan selain Tuhan". *Kedua*, K.H. Abdurrahman Wahid yang dikenal dengan upaya mengganti "Assalamu 'alaikum" dengan "Selamat Pagi". Keduanya telah tiada. *Ketiga*, Cak Nun atau Emha Ainun Nadjib yang dikenal dengan julukan Kiai Sudrun atau Kiai Mbeling yang melakukan tablig keliling dengan kelompok musik Kyai Kanjeng. "Nah, sepertinya kita sedang menghadapi satu orang gila baru dari Jawa Timur. Dia akan melawan sesuatu yang selama ini mencengkeram kita, sains positivistik. Ini benar-benar gila. Sains yang membangun dunia modern mau dilawan."

Presentasi AAS di Unand tersebut dihadiri sekitar 200 orang, separuh mahasiswa dan separuh lagi adalah guru-guru IPA SMA serta wakil-

wakil perguruan tinggi di Padang. Sebelumnya, AAS telah hadir di Unand, tepatnya di aula kampus lama Unand, pada 14 Maret 2009. Presentasi AAS ke-27 yang dihadiri sekitar 125 mahasiswa, beberapa dosen, dan tokoh masyarakat dibuka dan diikuti sampai selesai oleh Pembantu Rektor Bidang III Unand. Seperti biasa, presentasi diikuti tanya-jawab.

Dari tujuh penanya, terdapat seorang mahasiswi yang bercerita telah membeli AAS dua bulan sebelum AAS hadir di Unand, ia membacanya dengan cukup saksama. Mahasiswi Jurusan Fisika Unand ini tertarik dengan judul buku, *Ayat-Ayat Semesta: Sisi-Sisi Al-Quran yang Terlupakan*. Setelah membaca, dia kagum. Menurutnya, dalam buku ini, wahyu, ilmu pengetahuan, filsafat, dan sastra dikombinasi menjadi satu kesatuan.

Saya bersyukur karena akhirnya menemukan orang yang benar-benar menangkap suasana hati dan pikiran saya ketika menyusun AAS. Saya pernah tergila-gila pada filsafat, pernah menjadi penyair, sutradara, dan penulis naskah drama, puisi, dan cerpen. Ketika SMA, saya pernah ikut lomba pidato dan mengagumi Bung Karno dengan pidato-pidatonya yang menggelora. Mungkin hadirin bingung melihat saya. Apakah saya sedang berperan sebagai dosen, dai, pujangga, filsuf, atau agitator.

Ide menarik juga muncul ketika presentasi AAS ke-50, pada13 Mei 2010, di Universitas Muhammadiyah, Makassar, yang dikemas dalam Seminar "Sains dan Islam". Ahli hadis dari UIN Alauddin, Prof. Dr. Arifuddin Ahmad, menjadi pembahas AAS. Seperti biasa, setelah puja-puji dan catatan atas AAS, pembahas memberi beberapa saran, satu di antaranya adalah AAS hendaknya dijadikan buku wajib mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri se-Indonesia. Usulan ini sesuai dengan ide beberapa alumni Salman agar sains Islam menjadi materi mata kuliah Agama Islam di ITB dan AAS menjadi buku wajibnya.

AAS Visual

AAS tidak hanya dipresentasikan di perguruan tinggi, melainkan juga di pesantren, dengan respons yang tidak kalah semarak. Pada 5 Juli 2008, AAS hadir di Pondok Pesantren Kulon Banon, Kajen, Pati, Jawa Tengah. Sekitar 1.000 santri dan *asatidz* dari 16 pesantren hadir di sana sejak 'isya' karena di undangan disebutkan acara dimulai ba'da shalat 'Isya'. Tetapi karena satu hal, saya tiba di pondok pada pukul 22.00 WIB, sebagian besar santri telah pulang dan tinggal sekitar 300 orang.

Saya presentasi tepat satu jam kemudian, dilanjutkan pandangan dari pembahas. Kritik khas pesantren terhadap AAS pun meluncur dengan intensitas tinggi. Kritik berkisar pada tema islamisasi sains, metode tafsir, dan bahasa Arab. Penggunaan Al-Quran terjemahan Kementerian Agama juga sempat dipersoalkan. Selanjutnya, moderator memberi saya waktu lima menit untuk menanggapi, khususnya pada kritik islamisasi sains. Setelah memberi tanggapan, dilanjutkan sesi tanggapan peserta yang ternyata tidak kalah garangnya. Uniknya, ada santri yang menanggapi pembahas dengan menyatakan bahwa kita tidak harus terlalu terikat oleh batasan yang diberikan para mufasirin masa lalu. Bila itu dilakukan, kita akan mengalami stagnasi.

Presentasi ke-48 AAS dilangsungkan di Pondok Pesantren Al-Amien Prenduan, Sumenep, Madura, pada 22 Januari 2009. Sekitar 1.200-an santri dan ustad dari berbagai pondok dan sekolah di sekitar Pesantren Al-Amien tumpah ruah dalam seminar yang merupakan serangkaian kegiatan pameran dan bazar buku Mizan selama sepekan. Presentasi tidak dapat berlangsung dengan baik karena diselenggarakan di ruang terbuka sehingga gambar *power point* tidak dapat terlihat dengan jelas. Pembanding dalam diskusi ini adalah putra pemilik dan pengasuh Pesantren Al-Amien.

Setelah mengurai tentang ragam tafsir *'ilmiy*, K.H. Ghazi Mubarak, M.A. sebagai pembanding menyampaikan terima kasih dan terkesan pada penggalan judul buku, "Sisi-Sisi Al-Quran yang Terlupakan". Penggalan judul ini menyindir, sekaligus mengingatkan, khususnya kalangan

pesantren yang selama ini tidak memberi perhatian pada ayat-ayat kauniyah, demikian akunya.

Presentasi ke-70 AAS berlangsung di Kantor Pusat Front Pembela Islam (FPI) di Tanah Abang, Jakarta, pada 7 November 2010. Hal ini tentu mengejutkan kebanyakan orang karena selama ini FPI hanya dipersepsikan sebagai kelompok Islam garis keras yang anti-kemajuan. Sekitar 1.000 jamaah yang hampir semuanya mengenakan baju koko putih memadati kantor pusat dan halaman FPI. Pukul 09.20 WIB acara dimulai dengan pembacaan maulid dan burdah lengkap dengan rebana atau terbangannya sekitar satu jam. Setelah itu, Ustad Habib Rizieq memberi pengantar sebelum presentasi AAS.

Ketika presentasi AAS berlangsung, jamaah yang bagai lautan putih sangat serius menyimak. Meskipun telah disediakan layar, jamaah di luar ruangan sebagian berusaha berdiri untuk melihat langsung presentasi di dalam. Seusai presentasi dan kesempatan bertanya diberikan oleh Ustad Rizieq, bermunculan pertanyaan-pertanyaan berat sekitar filsafat. Hal ini jelas tidak sesuai dengan informasi awal yang saya terima. Pertanyaan jamaah menyinggung peran akal dan wahyu terkait dengan penyerapan pengetahuan, sumber pengetahuan, epistemologi, dan tauhid, gagasan emanasi Al-Farabi, Ibn Sina, dan Al-Ghazali, sains baru, dan Mulla Sadra. Pandangan Hawking yang berubah tentang penciptaan jagat raya yang tertuang dalam buku barunya, *The Grand Design*, semua ditanyakan kepada saya.

Pertanyaan-pertanyaan yang sulit dipercaya bagi orang yang hanya tahu FPI melalui media. Habib Rizieq sendiri mengakui bahwa media hanya meliput ketika FPI *berantem*, tetapi absen pada kajian-kajian seperti ketika membahas AAS maupun ketika relawan FPI terjun menolong korban Merapi, Mentawai, maupun Aceh.

AAS juga hadir pada pengajian-pengajian dan mendapat tanggapan yang sangat antusias. Pada 5 April 2009, pukul 06.00 WIB, sekitar 200 jamaah kajian rutin Ahad pagi berjubel di halaman bawah tanah Masjid An-Nuur Situbondo, Jawa Timur, untuk menyimak presentasi ke-34 AAS. Karena kursi tidak dapat menampung seluruh hadirin, sebagian jamaah

duduk lesehan. Duduk di barisan depan di antaranya Bupati Situbondo. Beberapa bulan kemudian, tepatnya 21 September 2008, AAS hadir di sebuah daerah terpencil, yaitu Kompleks Perguruan Muhammadiyah Watukebo, Jember, Jawa Timur, dalam rangka Malam Nuzulul Quran. Acara dimulai pukul 20.30 WIB dan diselenggarakan di ruang terbuka, yakni halaman sekolah, tanpa tenda.

Presentasi ke-39 AAS berlangsung di Kompleks Perguruan Muhammadiyah Probolinggo pada 6 September 2009. Terjadi miskomunikasi antara saya dan panitia sehingga panitia menyelenggarakan kegiatan di tempat terbuka dan *netbook* yang saya bawa tidak berfungsi. Tak pelak presentasi AAS berubah menjadi ceramah umum. Ada dua hal mengesankan dalam presentasi AAS kali ini. *Pertama*, peserta bukan hanya warga dan simpatisan Muhammadiyah, tetapi juga warga Nahdliyin yang khas dengan sarung dan kopiahnya. Pemandangan yang jarang terjadi: warga Nahdliyin bergabung dalam kegiatan Muhammadiyah. *Kedua*, 100 buku AAS yang dikirim oleh Penerbit Mizan langsung diserbu jamaah begitu narasumber turun panggung ceramah dan habis dalam waktu kurang dari 10 menit, meski dijual tanpa diskon.

Peserta yang tidak kebagian buku bertanya apakah buku masih ada. Di antara kerumunan jamaah yang ingin mendapat AAS, seorang ibu bertanya apakah ada AAS versi VCD. Saya pun mendapat ide, AAS dibuat versi penuh gambar yang diambilkan dari gambar-gambar presentasi sehingga pembaca dari kalangan awam, seperti jamaah pengajian, dapat memahami AAS dengan mudah.

Terkait dengan ide visualisasi, sebenarnya AAS sempat akan diangkat ke layar lebar. Presentasi ke-22 AAS di kampus Universitas Indonesia, Depok, menyempurnakan kehadiran AAS di kampus-kampus besar, seperti ITB, IPB, UGM, UI, ITS, dan Undip. Seusai presentasi, saya bersama dua staf Vokus Picture Institute (VPI), sutradara film *Denias*, John de Rantau (JedeR), dan dua rekannya dari Multivision. Teman-teman di VPI menceritakan mimpi mereka akan hadirnya film dengan tema alam semesta yang berdasar pada Al-Quran yang dapat membuat orang Islam makin kukuh keimanannya. Mimpi itu seolah terjawab ketika teman-

teman VPI mendapatkan AAS di toko buku. Mereka pun menghubungi saya dan JedeR sebagai sutradara muda berbakat. Begitu dikabari tentang rencana pembuatan film AAS, Bung JedeR langsung memburu AAS di toko buku dan membacanya sampai tamat. Kami berdiskusi tentang rencana pembuatan film AAS sampai larut malam.

Isi AAS—malam yang terus-menerus dan teleportasi kuantum—mendapat porsi paling besar dari banyak pertanyaan yang diajukan JedeR kepada saya pada malam itu. Isi buku AAS yang terekam dengan kuat oleh JedeR adalah jumlah ahli fisika teori di negara ini yang hanya berjumlah 15 orang sejak kemerdekaan hingga saat itu (2008). Para seniman sering dipandang *nyeleneh* dan gila, tetapi ternyata masih ada yang lebih gila dari seniman, yaitu doktor fisika teori Indonesia.

Diskusi malam itu juga membahas masalah anggaran dan sempat menyinggung Bangkok sebagai lokasi pengambilan gambar. Tanpa memberitahukan alasannya kepada saya, rencana pembuatan film berdasarkan AAS tidak dilanjutkan.

Nalar Sederhana

Kembali pada gagasan menulis AAS visual. Sepulang dari Probolinggo, saya segera membuat contoh dua bab AAS visual, mengirimkannya ke penerbit dan disetujui. Saya pun mulai mengerjakan AAS visual. Namun, setelah mengerjakan hampir separuh isi buku, saya merasa kurang sreg dan mengubah haluan menjadi buku yang tidak sekadar visualisasi AAS pertama.

AAS jilid dua harus berbeda dari yang pertama, meski ayat-ayat yang dibahas masih sama. Demikian tekad saya, meniru apa yang telah dilakukan sarjana Muslim klasik ketika mengomentari karya tertentu dari pemikir Yunani. Mereka kadang menerbitkan dua atau tiga buku dengan pembahasan yang berbeda untuk masalah yang sama. Saya berpikir keras tentang perbedaan apa yang dapat saya lakukan dalam AAS kedua.

Pada AAS saya telah menyatakan bahwa misi utama AAS adalah membangun sains dengan paradigma baru nonpositivistik, yakni sains Islam, sains berbasis wahyu, khususnya berbasis 800 ayat kauniyah. Namun, mengingat sains telah berkembang sedemikian pesat dan kita tidak dapat mengembangkan sains dari nol, saya terpaksa memberi ilustrasi dengan melakukan rekonstruksi seolah-olah sains belum ada, lalu berimajinasi tentang ayat dan dikembangkan menjadi sains. Bagian yang terakhir ini yang tertangkap kebanyakan pembaca.

AAS kedua ini terlebih dahulu menguraikan tiga pola interaksi antara sains dan Islam, yaitu islamisasi sains, saintifikasi Islam, dan sains Islam: pengertian, perbedaan, dan persamaannya. Islamisasi sains telah banyak dilakukan, baik oleh perorangan maupun lembaga. Fakultas sains dan teknologi semua UIN melakukan upaya islamisasi sains dengan mengemas dalam integrasi sains dan Islam. Realisasi upaya ini di antaranya dengan mewajibkan dosen menulis buku pegangan mata kuliah yang diampu dan memasukkan ayat-ayat relevan pada awal bab. Upaya ini juga dilakukan oleh sekolah Islam tingkat dasar maupun menengah.

Sejauh ini wacana yang mendominasi menyatakan sains Islam berada di ranah ilmu sosial, seperti ekonomi, psikologi, maupun politik. Dalam buku ini, saya mencoba berargumen bahwa sains Islam juga berlaku bagi ilmu alam, khususnya dengan mempertimbangkan 800 ayat yang deskriptif tentang fenomena alam. Dalam konstruksi sains Islam yang menjadikan wahyu sebagai basis epistemologinya, bahasa Arab menjadi keniscayaan sehingga pengulangan singkat bahasa Arab dengan nahwu-sharafnya juga diberikan. Namun, hal yang tidak dapat dimungkiri adalah kenyataan bahwa membangun sains secara umum, terlebih sains Islam, bukan perkara mudah. Umat Islam telah sekian lama mengabaikan dan tidak mempunyai tradisi mengembangkan ilmu alam sehingga upaya menghidupkan kembali tradisi ini membutuhkan waktu agak lama dan pendekatan yang tepat agar dapat berlangsung lebih cepat.

Hossein Nasr dan Ziauddin Sardar adalah dua tokoh kontemporer dalam sains Islam. Sebagai tokoh awal, mereka banyak membahas fondasi dan aspek filosofis bangunan sains, baik sains Barat maupun sains Islam. Belakangan, upaya tersebut menjadi melembaga dan digarap sistematis di beberapa institusi di Malaysia dengan nuansa pembahasan filosofis yang masih cukup dominan. Saya mencoba melakukan pendekatan yang lebih sederhana dan praktis dalam AAS pertama, terlebih yang sekarang.

Sains Islam adalah sains berbasis wahyu, dalam arti wahyu menjadi bagian dari epistemologi, tentu juga ontologi dan aksiologi. Pendekatan praktisnya adalah melakukan analisis logis teks wahyu dan membandingkan dengan pengamatan atas alam, seperti dalam kasus ayat kecepatan Bulan dan Matahari dibandingkan dengan penampakan Bulan sabit yang semakin tinggi. Logika atau nalar yang digunakan adalah logika atau nalar sederhana yang mudah dipahami orang awam.

Saya harus mengakui, analisis teks yang saya lakukan masih sangat singkat dan sederhana, yakni dari ayat yang dirujuk, saya pilih kata-kata tertentu yang terkait langsung dengan topik yang dibahas. Kata-kata ini diuraikan jenisnya, apakah *isim*, *fi'il*, atau *harf*. Jika *isim*, apakah *mudzakkar* atau *mu'annats* dan apakah tunggal, dua, atau jamak. Jika *fi'il*, apakah lampau, sedang, atau perintah dan bersandar pada subjek atau *isim dhamîr* apa.

Sebenarnya, analisis teks telah saya lakukan dalam upaya memahami semut yang bermuara pada hipotesis ratu semut sebagai pimpinan semut. Pemahaman saya berbeda dengan Al-Quran terjemahan bahasa Indonesia secara umum. Namun, saya tidak awas terhadap ayat-ayat yang lain dan mengambil begitu saja terjemahan. Kelalaian ini pun langsung mendapat kritik dari pembahas atau pembanding pada saat presentasi awal AAS, seperti saat *launching* di Masjid Salman ITB dan presentasi di Ponpes Kulon Banon, Pati, Jawa Tengah.

Analisis sederhana atas teks ini sempat menemukan sesuatu yang selama ini terlewatkan oleh para penelaah Al-Quran, juga menghasilkan pemahaman yang relatif baru dan tentu berbeda dari pemahaman

umum sebelumnya. Dari keunikan teks ini pula saya makin percaya bahwa ayat-ayat Al-Quran dapat dijadikan sebagai bagian dari epistemologi sains Islam. Dengan demikian, juga dapat diartikan bahwa konstruksi sains Islam menuntut pemahaman memadai atas bahasa Arab, bahasa Al-Quran.

Berdirinya bangunan sains Islam jelas memerlukan waktu panjang. Sasaran jangka pendek yang dibuat oleh AAS pertama dan kedua adalah tumbuhnya kecintaan pada sains, sekaligus pada bahasa Arab dan Al-Quran, serta sebaliknya, cinta Al-Quran sekaligus sains. Al-Quran tidak lagi dipahami sekadar katalog atau daftar fasilitas hidup setelah mati maupun setelah Hari Kebangkitan di Padang Mahsyar, melainkan dipahami secara lebih lengkap dan terpadu. Al-Quran berbicara pula tentang Bumi dengan berbagai lapisannya maupun langit dengan segala objek yang ada di dalamnya. Al-Quran juga berbicara tentang masyarakat semut dan hierarkinya, juga tanaman jahe yang dapat dijadikan minuman berkhasiat.

Bangunan sains Barat didirikan selama lima abad dan melibatkan para ilmuwan di universitas-universitas. Konstruksi sains Islam juga harus melibatkan universitas-universitas, khususnya universitas Islam. Beberapa tahun terakhir ini, IAIN bermetamorfosis menjadi universitas, tetapi universitas hasil transformasi ini tetap menggunakan label Islam, Universitas Islam Negeri. Artinya, tanpa kata Islam tidak ada IAIN maupun UIN. Pertanyaannya, jika di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta ada Fakultas Kedokteran, apa bedanya dari Fakultas Kedokteran di Universitas Indonesia? Di UIN Malang ada Jurusan Fisika dan Fakultas Sains dan Teknologi, apa bedanya dengan jurusan dan fakultas yang sama di Universitas Airlangga?

UIN seharusnya tidak sekadar melakukan integrasi sains dan Islam dalam arti islamisasi atau ayatisasi sains. Upaya ini dapat digagas mulai dari jenjang sekolah dasar dan secara formal dibatasi sampai sekolah menengah atas. UIN harus berani melakukan eksperimen realisasi sains Islam, setidaknya mengakomodasi dalam subbidang atau subjurusan dan bimbingan tugas akhir.

Baik islamisasi sains maupun sains Islam, keduanya memerlukan reformasi kurikulum. Presentasi ke-75 AAS di STAIN Batusangkar, Sumatra Barat, pada 19 Januari 2011, mengawali Lokakarya Kurikulum Terpadu Islam dan Sains. Acara yang diselenggarakan dari pagi sampai sore itu dihadiri oleh para pimpinan dan sekitar 50 orang staf pengajar dari beberapa prodi (program studi) yang ada.

Meskipun demikian, upaya pelibatan lembaga ini tetap tidak boleh menafikan munculnya gagasan cemerlang dari luar lembaga formal, terlebih di dunia yang telah menyatu ini. Pada presentasi ke-14 AAS, 16 September 2008, di Universitas Diponegoro, Semarang, salah seorang pembahas menyatakan bahwa bintang ada di mana-mana. Contohnya, AAS yang membahas tema berat dengan bahasa dan penyampaian yang mudah dan mencerahkan, tidak muncul dari IAIN-UIN, pondok pesantren, atau Jakarta. International Institute of Islamic Thought yang berpusat di Virginia, Amerika Serikat, dan mantan Rektor International Islamic University Malaysia telah meminta izin untuk menerjemahkan dan menerbitkan AAS dalam bahasa Inggris agar dapat dibaca komunitas lebih luas.

Pada akhirnya, AAS dua diberi judul *Nalar Ayat-Ayat Semesta* karena teks dinalar dan dilogika secara sederhana tanpa ada yang ditahan atau diendapkan. Semua pertanyaan dapat dikemukakan, tanpa harus dipilih pertanyaan tertentu sehingga harus membuang yang lainnya, kecuali secara logis memang harus ditiadakan. Karena menyangkut alam, analisis dan nalar harus disandingkan dengan pengamatan yang menyeluruh. *Nalar Ayat-Ayat Semesta* dapat disingkat menjadi *Nalar AAS.* Penyebutan ini diharapkan memberi efek psikologis bahwa Al-Quran masih dapat dan harus dinalar, tidak sekadar didoktrinkan, khususnya ayat-ayat kauniyah.[]

Ilmu Pengetahuan

Produk-produk teknologi telah membanjiri kehidupan. Tidak hanya di kota besar, tetapi juga di pelosok desa, bahkan di lereng gunung. Aneka liga sepak bola di Tanah Air maupun dari Benua Eropa kini dapat dinikmati oleh penduduk di kawasan Gunung Raung Bondowoso, Jawa Timur, atau di pedalaman Kalimantan melalui antena parabola.

Gambar 1 Antena Parabola
sumber: indonetwork.co.id

Gambar 2 Episode dalam Film *2012*
sumber: addanaccity.com/wordpress/index

VCD telah masuk ke rumah-rumah, baik rumah megah maupun rumah bambu yang jauh dari kota. Ketika MUI mengharamkan menonton film *2012*, umat Islam di kota maupun di desa justru berburu keping VCD/DVD dan berlomba menonton film yang disutradarai Roland Emmerich tersebut.

Pada akhir 1990-an atau awal 2000-an, kita masih menggunakan Overhead Projector (OHP) ketika presentasi. Bahan presentasi ditulis di atas plastik kaku dengan spidol. Saat ini bukan hanya seminar dan simposium, bahkan pengajian-pengajian juga menyediakan LCD atau *infocus* sebagai media presentasi, sehingga presentasi pun menjadi lebih ilustratif dan hidup.

Telepon genggam bukan hanya dimiliki dan digunakan oleh para eksekutif atau para komisaris perusahaan multinasional. Asisten rumah tangga, tukang becak, sopir angkot, pedagang asongan, anak-anak SD pun telah memanfaatkan makhluk mungil ini. Singkat kata, produk teknologi telah memenuhi kehidupan kita. Sayangnya, semua produk teknologi ini hampir tidak ada yang keluaran negeri Muslim.

Gambar 3 Handphone
sumber: fl-cell.trademark.com

Kenyataan tersebut memunculkan pertanyaan, bagaimana hubungan antara Islam dan sains sehingga umat Islam saat ini tidak banyak berkontribusi? Bagaimana Islam sebagai agama langit memandang sains sebagai produk manusia, juga sebaliknya? Untuk mendapatkan gambaran kaitan antara Islam dan sains, ada baiknya kita tinjau secara singkat sejarah ilmu pengetahuan sebelum, pada saat, dan setelah kejayaan peradaban Islam.

Yunani Kuno

Ilmu pengetahuan merupakan hasil upaya manusia memahami alam dengan aneka seluk-beluknya secara rasional. Sebelumnya, manusia memahami sifat dan perilaku alam berdasarkan mitos. Pada saat kita kecil, orangtua menganjurkan kita untuk membangunkan pepohonan dengan cara memukulinya agar sang pohon ikut mengusir raksasa yang sedang menelan sebagian Bulan sehingga tampak tinggal sebagian kecilnya.

Gambar 4 Yunani Kuno
sumber: tourismparks.com

Mitos Bulan dimakan raksasa merupakan mitos yang hampir merata bagi seluruh manusia di muka Bumi ketika masih primitif dan terbelakang. Saat ini kita tahu bahwa fenomena Gerhana Bulan adalah fenomena alam yang terkait dengan posisi relatif Bulan, Bumi, dan Matahari sedemikian rupa sehingga sebagian cahaya Matahari ke Bulan terhalang Bumi.

Sejarah peradaban manusia telah berlangsung ribuan tahun silam, tetapi sejarah ilmu pengetahuan baru dimulai sekitar tiga milenium lalu, tepatnya abad 7 SM di kawasan Yunani kuno. Pemikiran Yunani sendiri diduga dipengaruhi oleh ilmu pengetahuan yang telah berkembang di dua negara, yakni Babilonia (sekarang Irak) dan Mesir.

Babilonia terkenal dalam ilmu perbintangan (astronomi), sedangkan Mesir menonjol dalam ilmu ukur (geometri) dan ilmu hitung (aritmatika). Namun, orang Babilonia dan Mesir tidak berhasrat mengembangkan lebih lanjut ilmu-ilmu tersebut. Mereka hanya memanfaatkannya untuk keperluan-keperluan praktis. Astronomi dimanfaatkan untuk meramal atau penujuman (astrologi), sedangkan ilmu ukur untuk pemetaan lahan pertanian di sekitar Sungai Nil, pembangunan piramida, dan perdagangan.

Pada abad 5 SM, di Yunani berkembang istilah *filosofia* (*philosophia*) yang merupakan gabungan dari kata *filos* (*philos*) dan *sofia* (*shopia*). *Philos* berarti 'kekasih' atau 'sahabat' dan *shopia* berarti 'kebijaksanaan', 'kearifan', atau 'pengetahuan'. Secara harfiah, *philosophia* berarti 'mencintai kebijaksanaan' atau 'sahabat pengetahuan'. Orangnya disebut *philosophos* yang berarti 'pencinta kebijaksanaan'. Di dalam perkembangannya, orang Islam mengambil istilah *philosophia* dan

Gambar 5 Eksperimen Listrik
sumber: www.indiamart.com

Gambar 6 Magnet dan Paku
sumber: www.shutterstock.com

memberi bentuk Arab menjadi *falsafah* (الفلسفة) atau *h̲ikmah* (الحكمة) yang berarti pengetahuan rasional murni. Orangnya disebut *failasuf* (الفيلسوف) atau ringkasnya filsuf.

Para filsuf mempertanyakan *arce* (arxe), yaitu asal mula alam, dan berusaha menjawabnya dengan *logos* (logis atau rasio) dan tidak menyandarkan diri pada *miqos* (mitos). *Dus, philosophia* adalah ilmu yang berupaya untuk memahami hakikat alam dan realitas yang ada dengan menggunakan akal budi.

Upaya awal menguak asal-usul dan rahasia tentang alam muncul dari Kota Malta (Miletos), kota pelabuhan utama dan pusat perdagangan utama Ionia. Pada masa itu Ionia mencakup seluruh daerah pesisir Laut Aegea di pantai barat daratan Turki sekarang. Malta terletak di sekitar muara Sungai Büyük Menderes yang meliuk-liuk dari pedalaman Turki.

Thales, Anaximandros, dan Anaximenes adalah trio pemikir dari Malta. Mereka menaruh perhatian pada alam dan kejadian-kejadian alamiah, terutama adanya perubahan yang terus-menerus di alam. Mereka mencari satu prinsip yang tetap di belakang perubahan-perubahan yang tak henti-hentinya itu.

Gambar 7 Jagat Raya Silinder
sumber: www.sacred-texts.com

Thales (± 625-545 SM) banyak melakukan perjalanan ke Mesir maupun Babilonia. Minatnya pada ilmu pengetahuan diduga sebagai hasil interaksinya dengan peradaban kedua negeri ter-

sebut. Thales berpendapat bahwa segala sesuatu, baik yang ada di Bumi maupun langit, berasal dari air. Air membeku menjadi tanah, melebur menjadi udara, inti udara menjadi asap, dan dari asap lahirlah langit. Bumi, menurut Thales, terapung di atas air.

Thales juga mengamati sifat dan perilaku batu ambar yang banyak ditemukan di Pantai Baltik. Batu ambar—dalam bahasa Latin *electron*—ini dapat menarik bulu dan benang. Beberapa abad kemudian, istilah elektron digunakan untuk menamai partikel elementer penyusun atom. Di Kota Magnesia, Thales mengamati perilaku batu lapis (*lodestone*) yang tidak lain adalah besi oksida. Menurutnya, besi oksida ini mempunyai jiwa karena dapat saling menarik atau menolak satu sama lain. Kelak, besi oksida dikenal sebagai besi magnet. Thales juga pernah memprediksi terjadinya Gerhana Matahari pada 585 SM.

Pemikir kedua dari Malta adalah **Anaximandros** (± 610-547 SM), murid Thales. Anaximandros menolak air sebagai unsur dasar karena jika air asal segala sesuatu, api dan panas tidak akan pernah ada, sebab air memadamkan api dan mendinginkan panas. Sebagai gantinya, Anaximandros berpendapat bahwa segala sesuatu berasal dari zat khayal *apeiron*, substansi utama yang bukan air ataupun benda lain.

Substansi tersebut bersifat tak terbatas, abadi, dan meliputi seluruh benda dan dunia. *Apeiron* melepaskan unsur-unsur yang berlawanan, seperti panas dan dingin, kering dan basah. Unsur-unsur ini senantiasa berperang dan saling mengalahkan. Jika salah satu sifat mulai dominan, keseimbangan harus dipulihkan atas nama keadilan. Hukum etis yang disebut *dike* atau keadilan ini menguasai unsur-unsur dunia.

Makhluk hidup, termasuk manusia, berasal dari ikan karena ikanlah makhluk yang hidup di air. Ketika tanah mulai dan makin kering akibat terkena panas terik api, makhluk hidup mulai berkembang di Bumi. Anaximandros dikenal sebagai pembuat peta pertama. Menurutnya, Bumi mempunyai bentuk seperti silinder dengan lebar tiga kali tingginya. Bumi tidak bersandar pada apa pun dan terletak di pusat jagat raya, yakni berjarak sama dengan benda lain. Matahari sebesar Bumi atau 27 kalinya.

Gambar 8 Manusia dan Jagat Raya
sumber: key-univers.blogspot.com/2008

Filsuf terakhir Malta adalah **Anaximenes** (± 585-526 SM), murid Anaximandros yang menolak gagasan *apeiron* sebagai asal segala sesuatu. Menurut Anaximenes, gagasan memisahkan *apeiron* hanyalah dugaan yang tidak mempunyai kaitan dengan proses alam yang nyata. Sebagai gantinya, ia menunjuk *pneuma*, semacam udara yang kita hirup, sebagai asal segala sesuatu. *Pneuma* dapat memadat atau meregang. Jika memadat, udara menjadi air dan jika memadat terus, akan menjadi tanah, kemudian batu. Sebaliknya, jika udara meregang, ia akan menjadi api.

Jiwa adalah udara, api adalah udara yang encer dan jernih. Jiwa dijaga dengan bernapas. Sebagaimana jiwa yang menjamin kesatuan tubuh, udara meliputi segala-galanya. Tak pelak, Anaximenes menjadi pemikir pertama yang menghubungkan tubuh manusia dengan jagat raya. Tubuh adalah mikrokosmos, sedangkan jagat raya adalah makrokosmos, dan jiwa manusia bagai udara jagat raya.

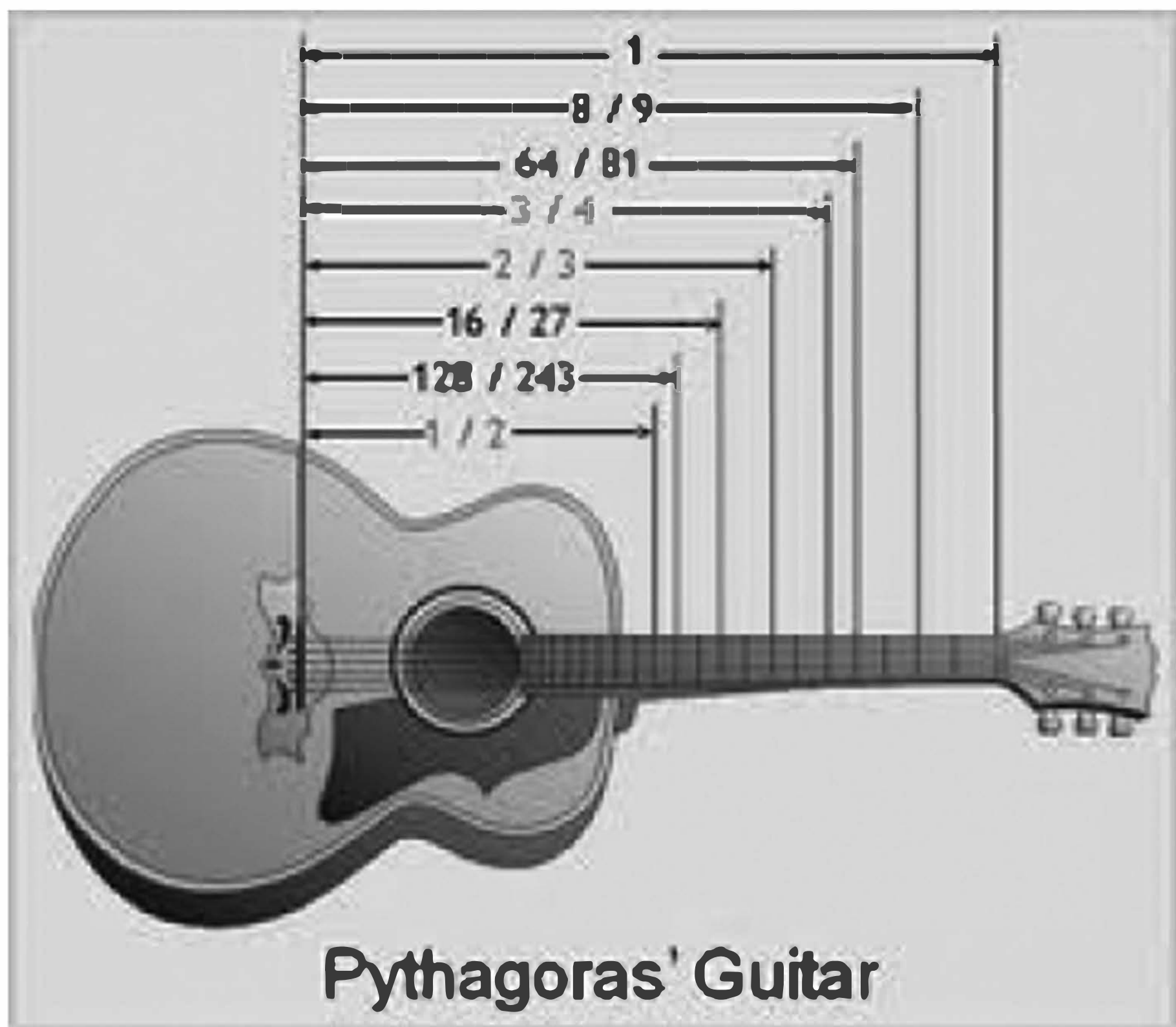
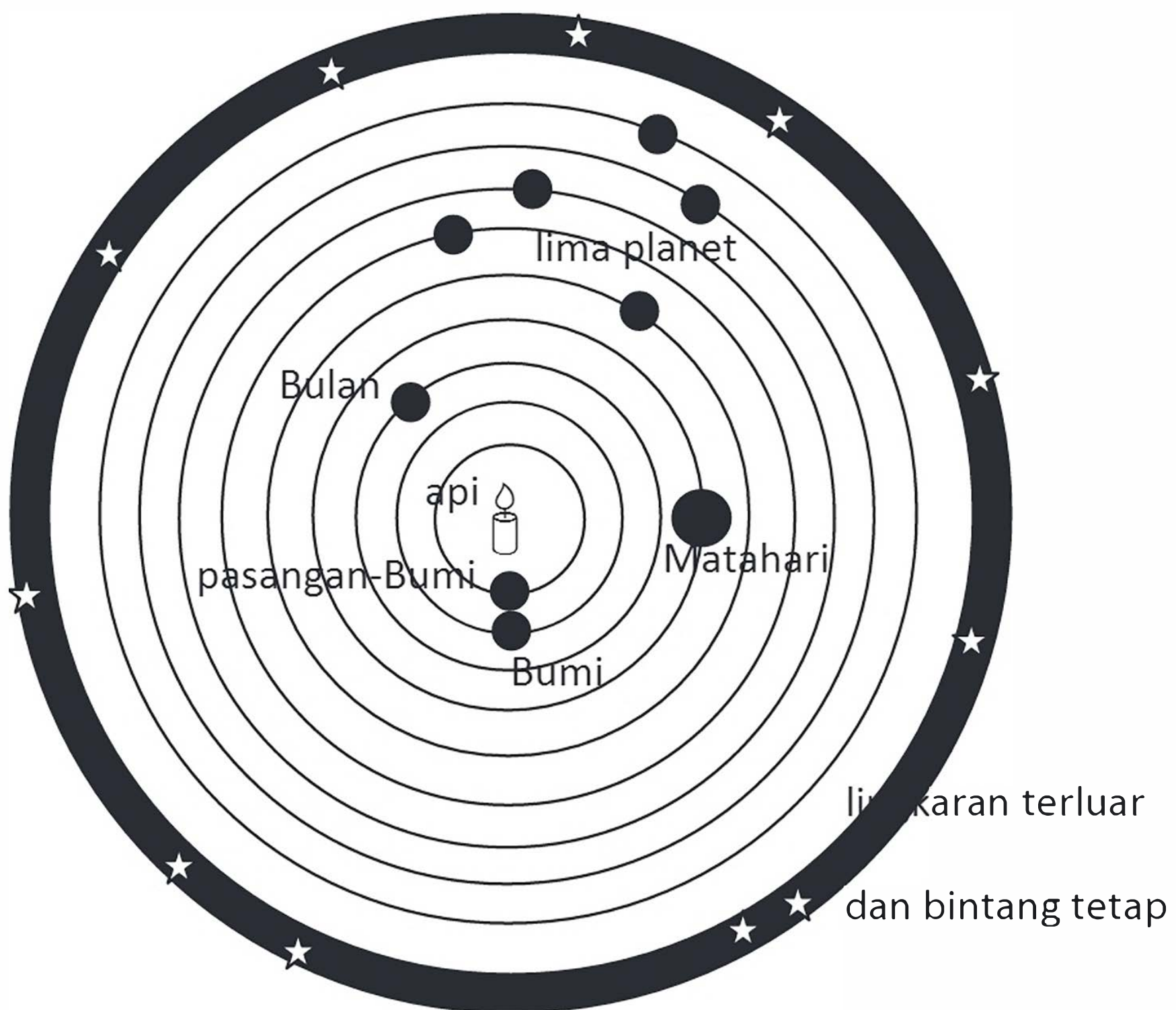
Gambar 9 Api
sumber: life123.com

Pada zaman ini, hidup juga Herakleitos di Kota Efesus, sebelah utara Malta. **Herakleitos** (± 540-480 SM) menyatakan bahwa api adalah dasar segala sesuatu. Api adalah lambang perubahan karena menyebabkan kayu atau bahan apa saja berubah menjadi abu, sementara api tetap api. Herakleitos juga berpandangan bahwa di dalam dunia alamiah tidak ada sesuatu pun yang tetap. Segala sesuatu yang ada senantiasa *sedang menjadi*. Pernyataannya yang masyhur: *panta rhei kai uden menei*, artinya semuanya mengalir dan tidak ada sesuatu pun yang tinggal.

Perubahan berlangsung secara bersinambungan, ibarat sungai yang airnya terus mengalir. Seseorang yang mencelupkan kakinya dua

kali ke dalam sungai yang sama, air yang membasahi kaki untuk kedua kalinya bukanlah air yang membasahi pada celupan pertama.

Ketika Ionia jatuh ke tangan Persia, para pemikirnya menyelamatkan diri ke luar Ionia, seperti Athena, Italia selatan, dan Sisilia. Di Sisilia terdapat sekolah yang didirikan oleh pemikir sekaligus mistikus, Pythagoras, yang berasal dari Pulau Samos, salah satu kepulauan Ionia.

Pythagoras menemukan interval-interval utama tangga nada yang dapat diekspresikan dengan perbandingan bilangan-bilangan. Ketika senar ditekan pada sisi panjang 3/5, yang berarti sisi panjang lainnya 2/5, akan didapatkan dua nada yang disebut seperlima sempurna, nada yang dianggap mempunyai relasi musikal paling kuat dan berpengaruh. Perbedaan perbandingan akan menyebabkan perbedaan nada yang bisa menyejukkan atau menggelisahkan. Penemuan ini membawanya

Gambar 10 Nada-Nada Pythagoras
sumber: acesandeighths.com

Gambar 11 Model Jagat Raya Pythagoras

pada simpulan bahwa suatu gejala fisis dikuasai oleh hukum matematis. Juga, katanya, segala-galanya adalah bilangan.

Pentingnya angka-angka murni merupakan inti pandangan Pythagoras tentang dunia. *Titik* terkait dengan angka 1, *garis* dengan angka 2, *permukaan* dengan angka 3, dan *padatan* dengan angka 4. Jumlah mereka, 10, adalah angka yang sakral dan mahakuasa (*omnipotent*).

Tentang kosmos, Pythagoras menyatakan bahwa pusat jagat raya bukan Bumi, melainkan *hestia* atau api, sebagaimana perapian merupakan pusat rumah. Pythagoras juga mengembangkan kosmologi yang cukup canggih. Ia dan pengikutnya percaya bahwa Bumi bulat sempurna, demikian juga benda-benda langit. Bersama Bumi, mereka bergerak mengelilingi titik pusat, yaitu api yang tidak tampak oleh mata. Terdapat sepuluh objek, termasuk pasangan Bumi, yang bergerak melingkar mengelilingi api. Pasangan Bumi diperkenalkan

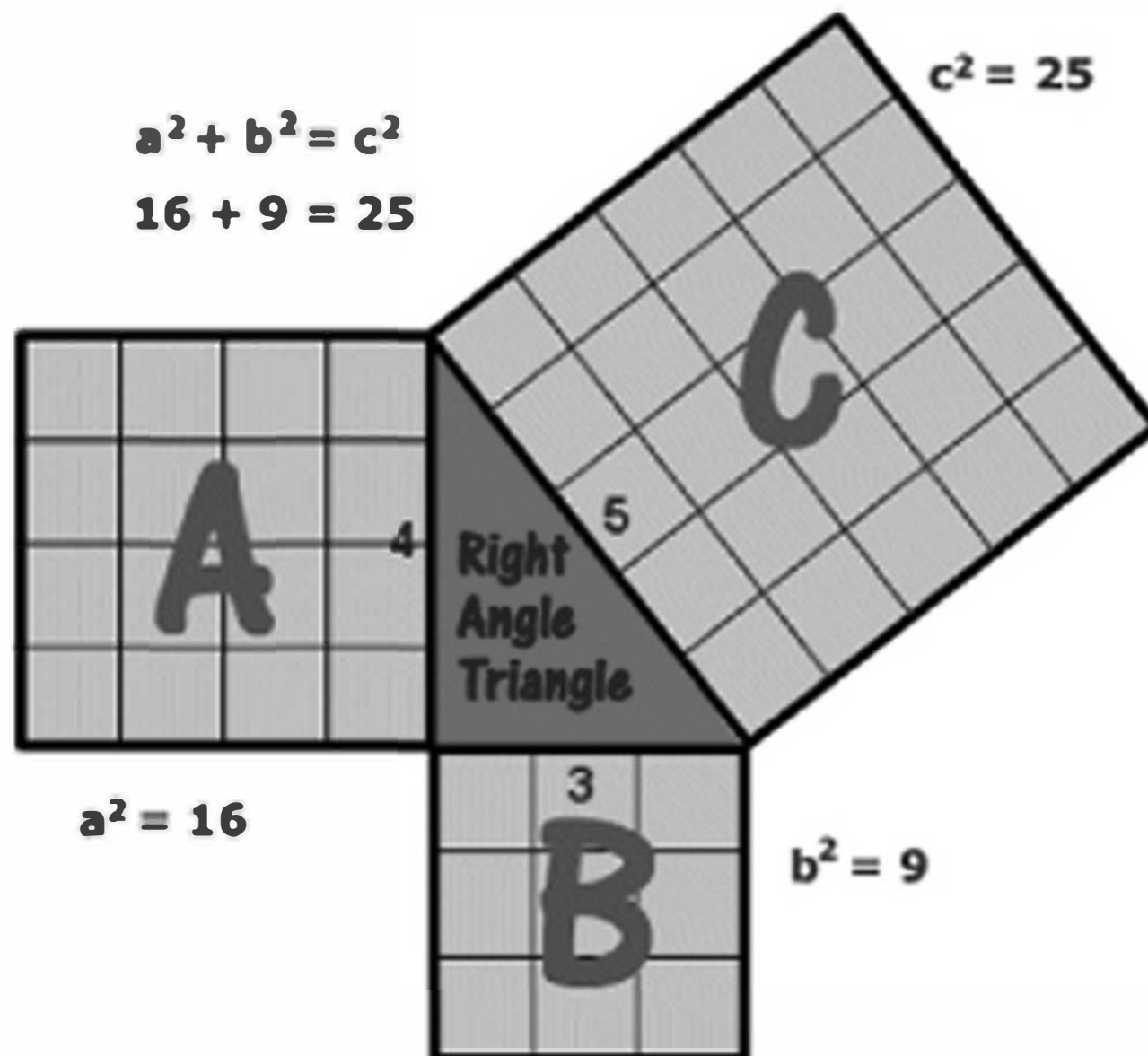
untuk menjelaskan gerhana dan agar jumlah objek menjadi 10 karena bilangan ini sakral. Inilah sistem koheren pertama, yaitu benda langit bergerak dalam lintasan lingkaran, gagasan yang hidup selama dua ribu tahun.

Karena gerakannya dalam kosmos, benda langit membentuk musik yang abadi "harmoni bola-bola", musik yang tidak dapat kita tangkap. Pythagoras dan pengikutnya tidak percaya bahwa musik, angka-angka, dan kosmos hanya terkait. Mereka percaya bahwa musik adalah bilangan dan kosmos adalah musik.

Temuan terbesar Pythagoras adalah segitiga siku-siku. Jumlah kuadrat sisi-sisi tegak lurus sama dengan kuadrat sisi sisanya, yakni sisi miring atau *hipotenusa*. Pythagoras mendirikan sekolah matematika.

Ajaran Pythagoras lainnya adalah tentang jiwa. Menurutnya, jiwa tidak dapat mati. Sesudah kematian, jiwa manusia pindah ke dalam hewan dan setelah hewan itu mati, jiwa pindah lagi dan begitu seterusnya. Perpindahan jiwa atau reinkarnasi ini dapat dicegah melalui penyucian jiwa. Sekolah matematikanya sekaligus menjadi perkumpulan tarekat. Pythagoras dapat dipandang sebagai pendiri mazhab mistis rasional.

Pemikir pertama yang meletakkan dasar metafisika adalah Parmenides. Ia menyatakan bahwa *yang ada, ada; yang tidak ada, tidak ada*. Konsekuensi dari pernyataan ini adalah yang ada:

1. satu dan tak terbagi, bila lebih dari satu berarti ada yang tidak ada di antara beberapa yang ada;
2. kekal, tidak mungkin ada perubahan, bila berakhir berarti ada awal baru bagi yang tidak ada;
3. sempurna, tidak bisa ditambah atau diambil darinya, bila dapat ditambah berarti ada yang tidak ada dalam ketidaksempurnaannya atau dalam penambahannya;
4. mengisi segala tempat, bila mengisi sebagian tempat berarti sebagian yang diisi yang tidak ada dan berarti yang tidak ada, ada. Akibat mengisi segala tempat, tidak mungkin ada gerak sebagaimana klaim Herakleitos.

Gambar 12 Teorema Pythagoras
sumber: masonicmatrix.com

Para pemikir di depan dikenal sebagai pemikir atau filsuf monoisme yang berpendirian bahwa realitas bersifat satu karena terdiri dari satu unsur saja. Para pemikir berikut dikenal sebagai pemikir pluralis karena pandangannya yang menyatakan bahwa realitas terdiri dari banyak unsur.

Empedokles (± 490-430 SM) dari Agrigentum Sisilia mengatakan bahwa realitas terdiri dari empat *rizomata* (akar), yaitu api, udara, tanah, dan air. Perubahan-perubahan yang terjadi di alam dikendalikan oleh dua prinsip, yaitu cinta (*philotes*) dan benci (*neikos*). Unsur-unsur menyatu karena cinta dan terpisah karena benci. Setiap unsur hanya mempunyai kualitasnya sendiri, seperti kualitas api adalah panas dan air adalah basah. Ia juga menerangkan bahwa pengenalan manusia berdasarkan prinsip *yang sama mengenal yang sama*.

Menurut Anaxagoras, realitas terdiri dari sejumlah tak berhingga *spermata* (benih) dan segalanya terdapat dalam segalanya. Oleh karena itu, rambut dan kuku bisa tumbuh dari daging. Perubahan yang membuat benih-benih menjadi *kosmos* hanya berupa satu prinsip,

yaitu *nus*, ruh, atau rasio. Nus tidak tercampur dalam benih-benih dan nus mengenal serta menguasai segala sesuatu. Dengan demikian, Anaxagoras membedakan antara ruhani dan jasmani.

Democritus (± 460-370 SM) dan gurunya, Leucippus, dikenal sebagai pemikir atomis. Atomisme mengatakan bahwa realitas terdiri dari banyak unsur yang tidak dapat dibagi-bagi lagi; itu sebabnya unsur-unsur terakhir ini disebut *atomos*. Atom-atom dibedakan melalui tiga cara, yaitu menurut bentuk (seperti A dan N), urutan (seperti AN dan NA), dan posisi (seperti N dan Z). Atom-atom tidak mempunyai kualitas, tidak dapat dibuat, kekal, serta berjumlah tak terhingga. Untuk menampung adanya gerak, Leucippus dan Democritus menerima realitas *ruang kosong*. Dengan demikian, realitas seluruhnya terdiri dari dua hal; yang penuh, yaitu atom-atom, dan yang kosong.

Jiwa juga terdiri dari atom-atom. Proses pengenalan manusia, menurut Democritus, adalah interaksi antar-atom. Setiap benda mengeluarkan *eidola* (gambaran-gambaran kecil yang terdiri dari atom-atom dan berbentuk seperti benda itu). *Eidola* masuk ke pancaindra dan disalurkan ke dalam jiwa yang juga terdiri dari atom. Manusia dapat melihat karena atom bersentuhan dengan atom-atom *eidola*. Rasa manis, pahit, panas, dingin, dan sebagainya bersifat kuantitatif belaka. Atom jiwa yang bersentuhan dengan atom licin menyebabkan rasa manis, bersentuhan dengan atom kesat menimbulkan rasa pahit, sedangkan bersentuhan dengan atom berkecepatan tinggi mengakibatkan rasa panas, dan seterusnya.

Dinamika pemikiran terus berlangsung di negeri Yunani kuno. Selain pemikir tentang alam dan prinsip-prinsip perubahan yang mendasarinya, juga terdapat pemikir tentang manusia. **Socrates** (470-399 SM) dikatakan telah memindahkan filsafat dari langit ke Bumi. Filsuf pra-Socrates mengonsentrasikan diri pada persoalan alam semesta, sedangkan Socrates mengarahkan objek pemikirannya pada manusia. Terdapat nama-nama terkenal dalam tema ini, seperti Protagoras, Gorgias, Hippias, Prodikos, dan Kritias.

Plato (± 422-347 SM) adalah murid Socrates yang menulis karya-karyanya dalam bentuk dialog dengan menempatkan gurunya sebagai tokoh utama. Tiga ajaran utama Plato adalah idea, jiwa, dan proses mengenal. Menurut Plato, realitas terbagi menjadi dua, yaitu dunia indriawi yang selalu berubah dan dunia idea yang tidak pernah berubah. Idea merupakan sesuatu yang objektif, tidak diciptakan oleh pikiran, sebaliknya pikiran bergantung pada idea tersebut. Idea berhubungan dengan dunia melalui tiga cara: hadir dalam benda, berpartisipasi pada benda konkret, dan merupakan model atau contoh (*paradeigma*) bagi benda konkret.

Pembagian dua dunia memberi dua pengenalan. *Pertama*, pengenalan tentang idea: inilah pengenalan yang sebenarnya. Pengenalan yang dapat dicapai oleh rasio disebut *episteme* (pengetahuan). Ia bersifat teguh, jelas, dan tidak berubah. *Kedua*, pengenalan tentang benda disebut *doxa* (pendapat) dan bersifat tidak tetap dan tidak pasti. Pengenalan ini dapat dicapai dengan pancaindra. Dengan dua dunianya ini, Plato bisa mendamaikan persoalan besar filsafat pra-Socratik, yaitu pandangan *panta rhei*-nya Herakleitos dan pandangan *yang ada* Parmenides. Keduanya benar, dunia indriawi selalu berubah, sedangkan dunia idea tidak pernah berubah dan abadi.

Mengenai jiwa, Plato berpandangan bahwa jiwa itu baka, lantaran terdapat kesamaan antara jiwa dan idea. Lebih lanjut dikatakan bahwa jiwa sudah ada sebelum adanya kehidupan di Bumi. Sebelum bersatu dengan badan, jiwa sudah mengalami pra-eksistensi ketika ia memandang idea-idea. Berdasarkan pandangan ini, Plato menyatakan bahwa pengenalan pada dasarnya adalah pengingatan (*anamnesis*) terhadap idea-idea yang telah dilihat pada waktu pra-eksistensi.

Ajaran Plato tentang jiwa manusia disebut *dualisme*, tubuh dan jiwa tidak merupakan kesatuan. Katanya, tubuh adalah kubur bagi jiwa dan jiwa berada di dalam tubuh bagaikan dalam penjara. Jiwa yang semula mengenal semua hal menjadi lupa ketika berada dalam tubuh, karena itu ia perlu mengingat kembali. Inilah proses mengetahui dalam pandangan Plato. Sebagaimana manusia, menurut Plato, jagat raya

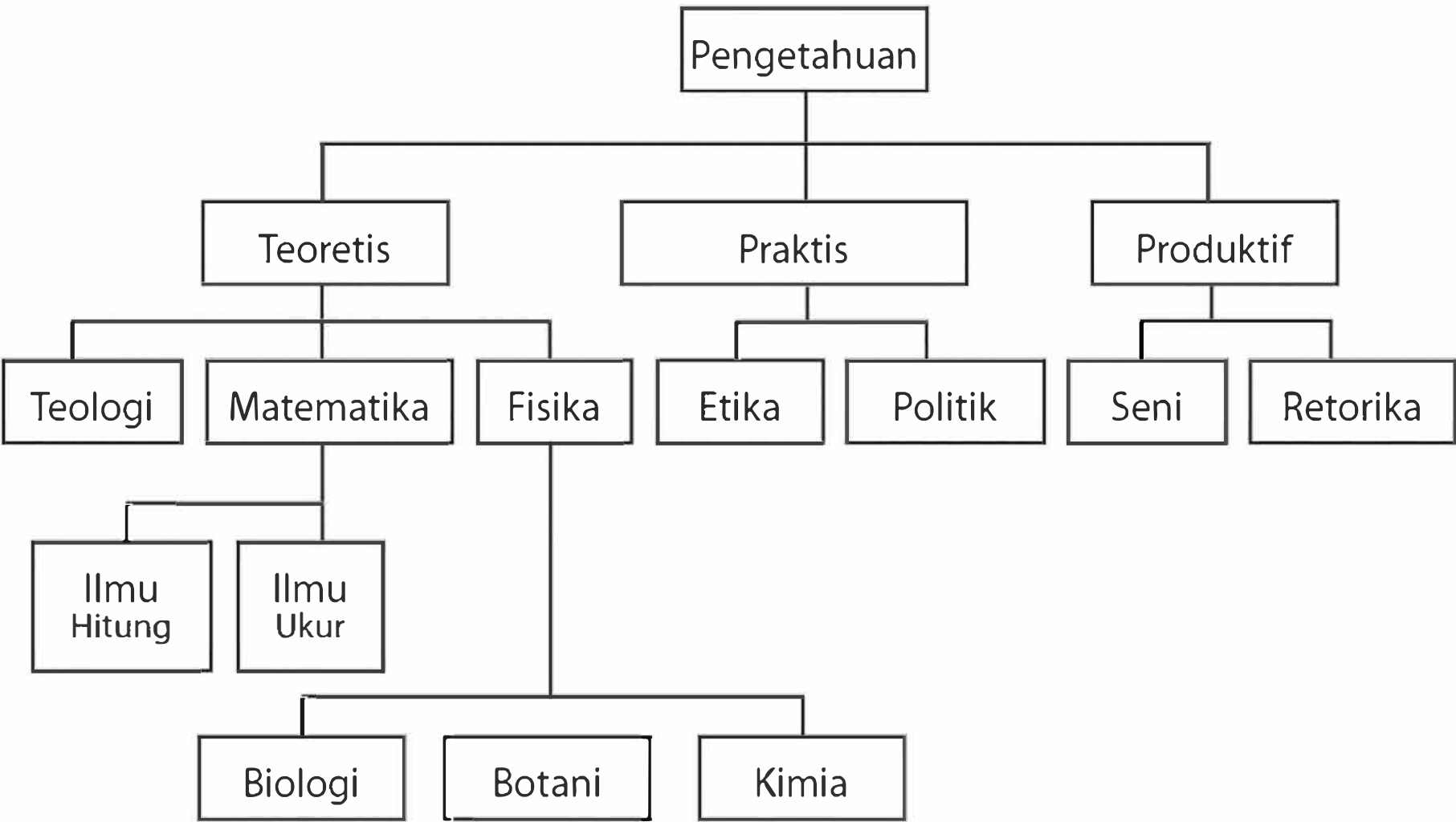
juga mempunyai jiwa dan jiwa dunia diciptakan sebelum jiwa-jiwa manusia.

Jasa Plato terbesar ialah usahanya membuka sekolah yang bertujuan ilmiah. Sekolahnya diberi nama Akademia dan didedikasikan kepada pahlawan yang bernama Akademos. Mata pelajaran yang paling diperhatikan adalah ilmu pasti. Di atas pintu masuk Akademia terdapat tulisan *"Medeis ageometretos eisito",* artinya, "Yang belum mempelajari matematika dilarang masuk".

Aristoteles (± 384-322 SM) merupakan pemikir terbesar Yunani. Tentang pengetahuan, ia berpendapat bahwa seseorang tidak dapat disebut mengetahui suatu subjek jika tidak dapat menyampaikan pengetahuan itu kepada orang lain. Spektrum pengetahuan yang diminati oleh Aristoteles sangat luas, barangkali seluas ilmu pengetahuan itu sendiri. Aristoteles membuat sistematika pengetahuan manusia sebagai berikut.

Menurut Aristoteles, filsafat atau pengetahuan dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu teoretis, praktis, dan produktif. Filsafat teoretis terbagi menjadi tiga: filsafat tinggi, yakni teologi; filsafat menengah, yakni matematika; dan filsafat rendah, yakni fisika. Logika tidak termasuk ilmu pengetahuan tersendiri, tetapi mendahului ilmu pengetahuan sebagai persiapan berpikir secara ilmiah. Untuk pertama kalinya dalam sejarah, logika diuraikan secara sistematis.

Mengenai pengetahuan, Aristoteles mengatakan bahwa pengetahuan dapat dihasilkan melalui jalan induksi dan jalan deduksi. Induksi mengandalkan pancaindra yang lemah, sedangkan deduksi lepas dari pengetahuan indriawi. Oleh karena itu, Aristoteles sangat banyak memberi tempat pada deduksi yang dipandangnya sebagai jalan sempurna menuju pengetahuan baru. Salah satu cara Aristoteles mempraktikkan deduksi adalah *syllogismos* (silogisme).

Aristoteles mempelajari dan membagi gerak (*kinesis*) menjadi gerak spontan dan gerak karena kekerasan. Gerak spontan diartikan sebagai perubahan umum dan diklasifikasikan menjadi *gerak substansial*—sesuatu menjadi sesuatu yang lain, seperti seekor anjing mati—dan *gerak*

Gambar 13

aksidental—perubahan yang menyangkut salah satu aspek saja. Dalam kasus anjing mati, terjadi perubahan dari makhluk hidup anjing menjadi bangkai. Gerak aksidental berlangsung melalui tiga cara, yaitu *gerak lokal,* seperti meja pindah dari satu tempat ke tempat lain; *gerak kualitatif,* seperti daun hijau menjadi kuning; dan *gerak kuantitatif,* seperti pohon tumbuh membesar.

Dalam setiap gerak terdapat:

a. keadaan terdahulu,
b. keadaan baru, dan
c. substratum yang tetap.

Contoh, air dingin menjadi panas; dingin adalah keadaan terdahulu, panas adalah keadaan baru, dan air adalah substratum. Analisis gerak ini menuntut kita untuk membedakan antara *aktus* dan *potensi*. Pada *fase pertama* dari contoh tersebut, panas menjadi potensi air dan pada *fase kedua*, panas menjadi aktus dan sebaliknya untuk dingin. *Dus, gerak adalah peralihan dari potensi ke aktus.* Aristoteles juga memperkenalkan pengertian bentuk (*morphe* atau *eidos*) dan materi (*hyle*) ke dalam analisis geraknya. Dalam contoh air dingin menjadi panas, air sebagai *hyle*, sedangkan dingin dan panas sebagai *morphe.*

Aristoteles menjelaskan bahwa setiap kejadian mempunyai empat sebab, yaitu:

a. *sebab efisien* sebagai sumber kejadian,
b. *sebab final* sebagai tujuan atau arah kejadian,
c. *sebab material* sebagai bahan tempat kejadian berlangsung,
d. *sebab formal* sebagai bentuk penyusun bahan.

Keempat sebab ini berlaku untuk semua kejadian alamiah maupun kejadian yang disebabkan oleh manusia.

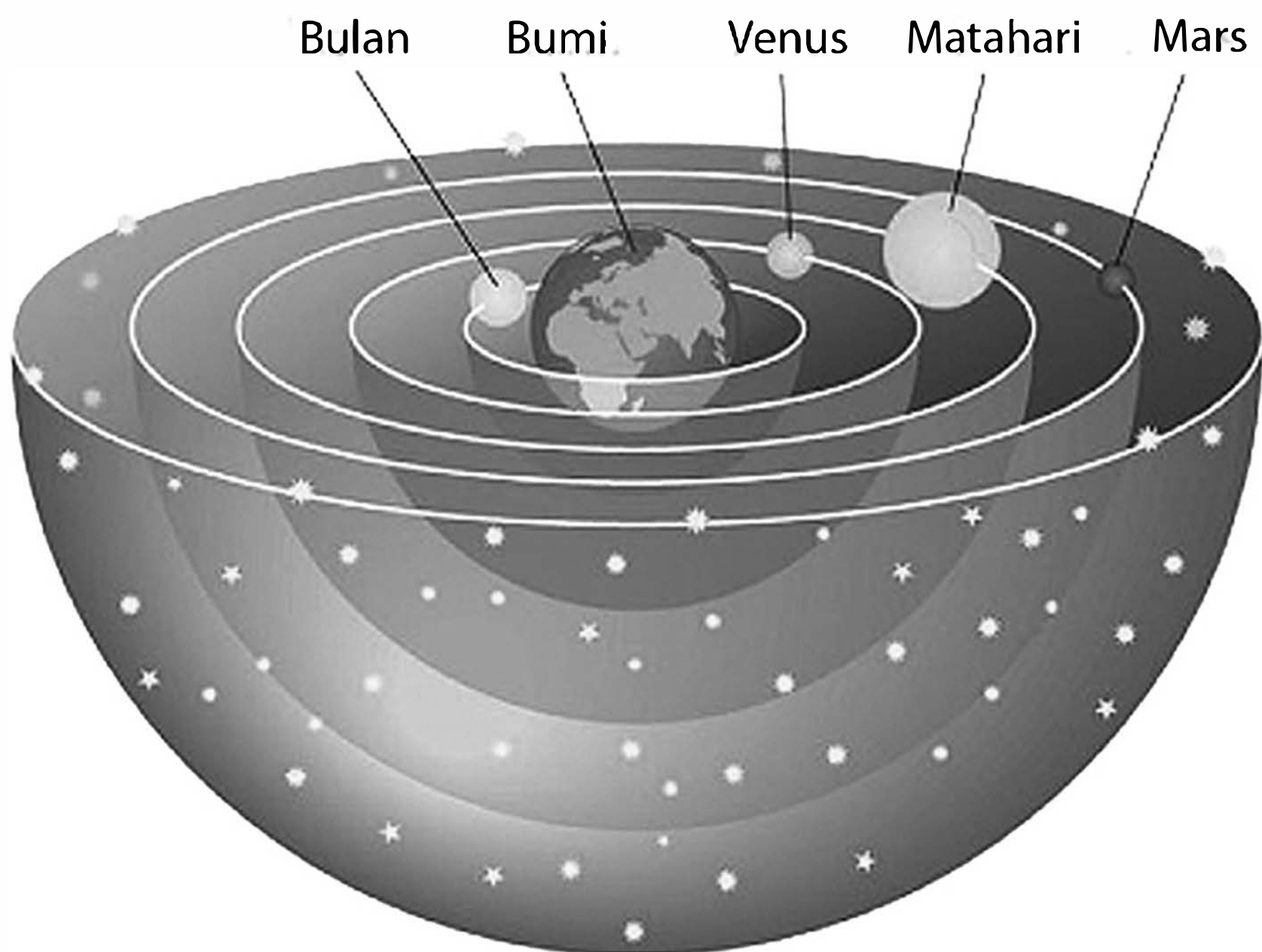
Aristoteles juga membicarakan *physis* atau kodrat sebagai prinsip perkembangan yang terdapat dalam semua benda alamiah. Semua benda mempunyai sumber gerak atau diam dalam dirinya sendiri. Pohon kecil tumbuh besar karena *physis*-nya dan pohon tetap tinggal sebagai pohon berkat *physis*-nya.

Mengenai alam, Aristoteles berpendirian bahwa dunia mempunyai tujuan yang berfungsi sedemikian rupa sehingga perkembangan dunia ini bergantung pada tujuan (*teleos*) itu. Ia mengatakan, "Alam tidak membentuk sesuatu dengan sia-sia, juga tidak membuatnya dengan berlebihan." Katanya lagi, "Alam bertindak seolah-olah ia mengetahui konsekuensi perbuatannya." Teleologi ini mencakup juga alam yang tidak hidup yang terdiri dari empat anasir: api, udara, air, dan tanah. Aristoteles mengatakan bahwa setiap anasir menuju ke tempat kodratinya (*locus naturalis*).

Berkaitan dengan jagat raya, Aristoteles mengatakan bahwa kosmos terdiri dari dua wilayah, yaitu wilayah sublunar (di bawah Bulan) dan wilayah yang meliputi Bulan, planet, dan bintang. Jagat raya berbentuk bola dan terbatas, tetapi tidak mempunyai permulaan dan kekal. Badan-badan jagat raya di luar Bumi semua terdiri dari anasir kelima, yaitu *aether* yang tidak dapat dimusnahkan dan tidak dapat berubah menjadi anasir lain. Gerak kodrati anasir ini adalah melingkar. Mengenai gerak dan jagat raya, Aristoteles mempunyai pandangan yang sangat masyhur, yaitu *Penggerak Pertama yang tidak digerakkan.*

Ide bahwa semua benda mempunyai cara bergerak secara alamiah merupakan tema sentral dalam kosmologi Aristoteles. Gerak suatu ben-

da bukan karena pengaruh benda lain. Beberapa benda secara alamiah bergerak dalam garis lurus, lainnya diam di tempat. Benda dengan berat lebih besar akan lebih cepat jatuh ke Bumi daripada benda yang lebih ringan. Selain itu, terdapat gerak alamiah lain, gerak melingkar. Terdapat objek yang secara alamiah bergerak dalam lingkaran. Objek tersebut, menurut Aristoteles, adalah benda langit yang terbuat dari substansi yang sempurna dan lebih mulia dari objek-objek di Bumi.

Karena terbuat dari substansi yang lebih mulia, bintang-bintang dan planet-planet bergerak melingkar dan secara alamiah pula objek-objek ini berbentuk bola. Kosmos berbentuk bola dan Bumi sebagai pusatnya, sedangkan Bulan, Matahari, dan bintang bergerak dalam lingkaran mengitari Bumi. Kesatuan ini disebut dunia. Menurut Aristoteles, semua benda langit sempurna, sedangkan Bumi tidak. Gerak inersial lingkaran-lingkaran disebabkan oleh aksi penggerak prima yang bekerja pada bola paling luar tempat bintang-bintang, gerak kemudian merambat ke bawah pada lingkaran lain melalui gaya tarikan.

Gambar 14 Jagat Raya Aristotelian
sumber: sitearm.wordpress.com

Aristoteles berargumen bahwa dunia ini unik. Tanah secara alamiah bergerak ke pusat Bumi. Jika tidak unik, sedikitnya akan ada dua pusat Bumi sehingga tidak jelas tanah akan bergerak ke mana. Namun, karena benda-benda di Bumi tidak kesulitan bergerak, menunjukkan bahwa hanya ada satu pusat yang dikelilingi semua benda langit tanpa akhir.

Aristoteles menegaskan bahwa dunia tidak datang dari satu titik, tetapi telah ada sebelumnya, tidak berubah, dan abadi. Dunia berada dalam keadaan tetap (*steady*). Karena bola merupakan bentuk geometri paling sempurna, jagat raya pasti mempunyai satu titik pusat, yakni Bumi, bagian materialnya mempunyai tepi yang dimulai secara berangsur-angsur dari Bulan dan berakhir pada permukaan bola tempat bintang. Di luar bola ini, jagat raya berlanjut ke dunia spiritual tempat hal material tidak dapat eksis.

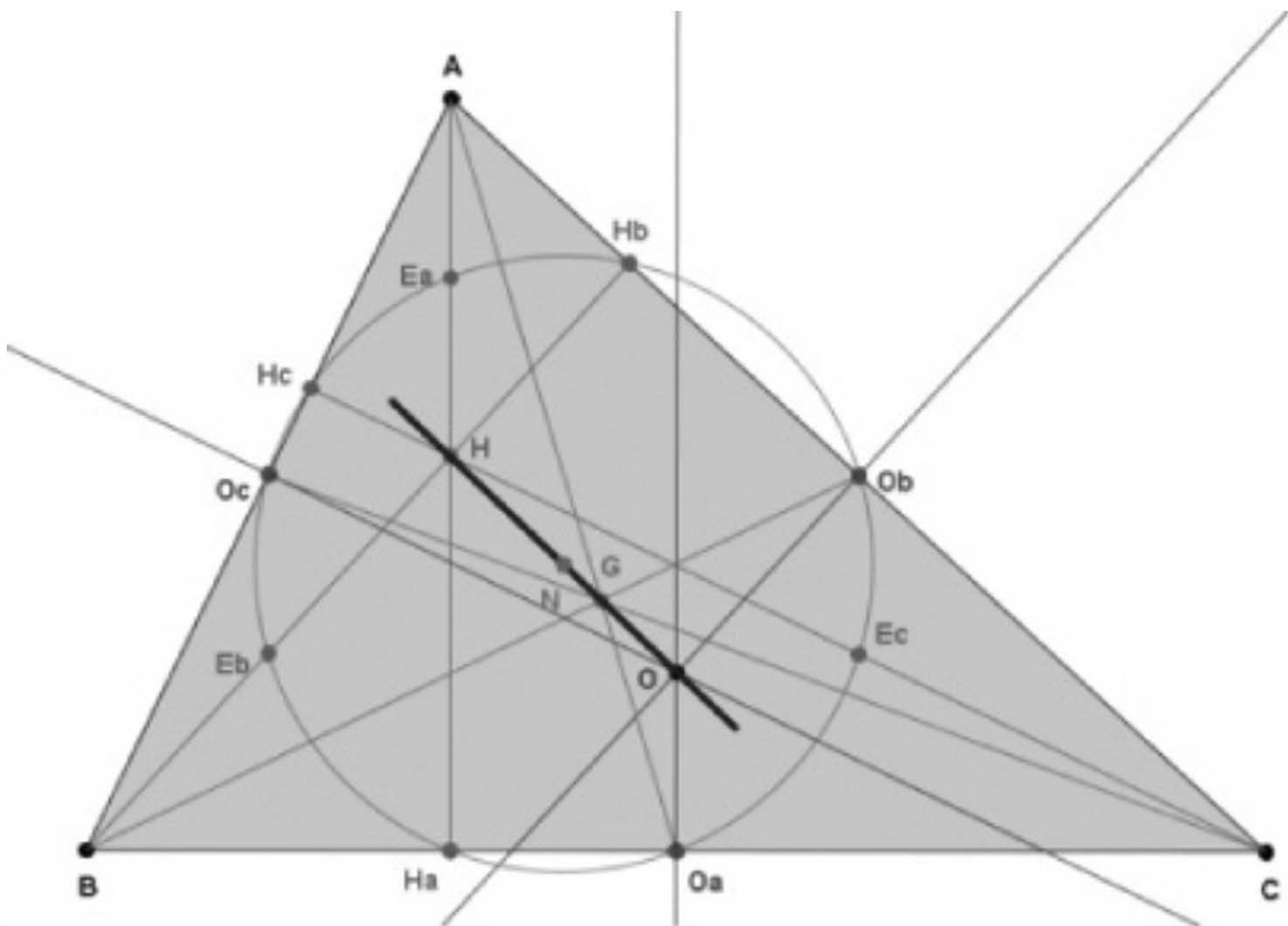
Pada uraian khusus tentang langit, Aristoteles menciptakan sistem kompleks yang terdiri dari 55 bola yang dapat menerangkan serta memprediksi gerak bintang dan planet. Di luar kompleksitas yang menjadikannya tampak buruk, model Aristoteles mempunyai semua karakteristik teori ilmiah: dimulai dari hipotesis bahwa benda-benda langit bergerak pada bola di sekitar Bumi. Aristoteles dengan saksama memodifikasi gagasannya, menyesuaikannya dengan pengamatan sampai semua data dapat dijelaskan secara akurat. Ia menggunakan teorinya tersebut untuk memprediksi, misalnya, di mana posisi Mars setahun ke depan.

Alexandria

Bersamaan dengan menjulangnya pemikiran Aristoteles, kebudayaan Yunani kuno mulai memudar. Keruntuhan ini dipercepat ketika Alexander Agung dari Makedonia, Yunani utara, menguasai seluruh Yunani. Kekuasaan Alexander Agung bahkan meluas sampai Pulau Sisilia, Italia selatan di barat, India barat di timur, Mesir dan Afrika utara di selatan, serta Thrake, utara Makedonia, di utara.

Untuk menandai kekuasaannya, Alexander Agung membangun kota baru di barat delta Sungai Nil, utara Mesir, dekat Laut Tengah. Kota ini dinamai sesuai namanya Alexandria (sekarang Iskandariyah). Setelah Alexander Agung meninggal, Alexandria dikuasai oleh Ptolemaeus I, panglima yang berdarah Mesir. Ia mendirikan *Museum*, lembaga kegiatan ilmiah yang setara dengan universitas pada masa ini, menggantikan *Lyceum* di Athena. Ia juga memboyong cerdik pandai Athena dan Sisilia ke Alexandria yang sekaligus menandai perpindahan pusat pemikiran ke wilayah baru.

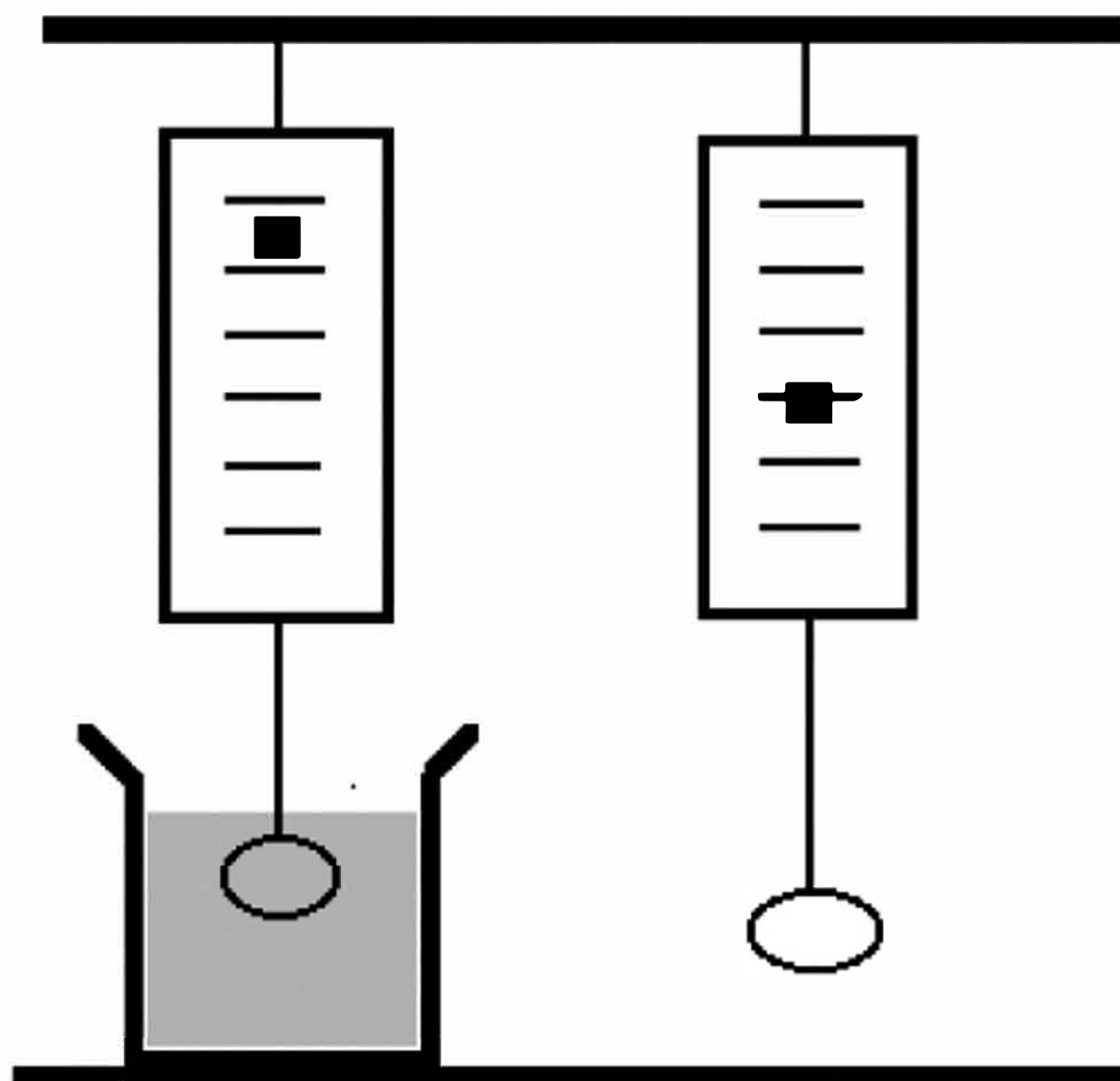
Peralihan dari Yunani ke Mesir melahirkan sintesis Yunani-Mesir, Yunani yang logis dan Mesir yang praktis. Di Alexandria pengembangan ilmu matematika mulanya bersifat praktis, tetapi kemudian diutamakan pada pemahaman fakta-fakta geometri secara nalar dan, berangkat dari beberapa pangkal berpikir dasar, aksioma yang diajukan.

Euclid (330-275 SM) merupakan pemikir penting sekaligus pemikir pertama Alexandria. Ia tercatat sebagai peletak dasar ilmu ukur bidang yang tetap diajarkan sampai hari ini. Ia menulis buku *The Elements*

Gambar 15 Geometri di Elemen Euclid
sumber: artofproblemsolving.com

yang mengulas dalil-dalil dan aksioma-aksioma yang diajukannya bagi bentuk-bentuk geometri bidang.

Archimedes (287-212 SM), pemikir Alexandria yang berasal dari Sisilia, menemukan metode hampiran untuk menghitung keliling dan luas lingkaran, luas permukaan dan volume bola. Keliling lingkaran sama dengan 2 x (3,142 ...) x (jari-jari); sedangkan luas lingkaran adalah (3,142 ...) x (jari-jari) x (jari-jari).

Suatu ketika Raja Hieron II dari Syracuse (Sisilia) meminta Archimedes menguji kemurnian emas mahkota sang raja yang dibuat oleh seorang tukang emas. Archimedes berpikir keras cara memenuhi permintaan itu. Pikiran ini terbawa ketika ia berendam di bak mandi. Ia dapatkan ada hubungan antara air yang tumpah dari bak dan dirinya yang merasa ringan. Kegembiraan luar biasa membuatnya melompat dari bak mandi dan berlari-lari ke jalan raya seraya berteriak, "*Eureka, eureka* (saya dapat)."

Hukum Archimedes

Gambar 16 Prinsip Archimedes
sumber: schools.wikia.com

Pengalaman *eureka* ini menuntunnya pada temuan metode pengukuran berat jenis zat padat. Benda padat yang dicemplungkan ke dalam zat cair akan kehilangan berat disebabkan oleh gaya tekan ke atas zat cair yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan. Inilah Hukum Archimedes. Benda padat yang telah diketahui beratnya dicelupkan ke dalam bejana yang berisi air. Perbandingan berat benda padat itu dengan berat air yang tumpah sama dengan nilai berat jenisnya. Dengan metode ini Archimedes membuktikan bahwa mahkota Raja Hieron II tidak terbuat dari emas asli.

Apollonius (262-190 SM) adalah ilmuwan Alexandria asal Perga, Yunani, yang juga mempunyai sumbangan pemikiran yang signifikan dan digunakan sampai saat ini. Ia memberi rumus dasar untuk memahami keempat garis lengkung irisan kerucut (bentuk nasi tumpeng) yang tampak pada tepi kerucut jika diiris dengan sebilah pisau. Hasil irisan berupa lingkaran jika diiris horizontal, elips jika diiris agak condong, parabola jika irisan sejajar garis tepi kerucut, dan hiperbola jika irisan vertikal.

Setelah berkuasa sekitar 300 tahun, kekuasaan dinasti Ptolemaeus di Mesir melemah, terlebih setelah meninggalnya Ratu Cleopatra VII. Mesir jatuh pada kekuasaan Romawi dan dimulailah babak baru Mesir di bawah kendali Kekaisaran Romawi. Menariknya, Romawi cukup toleran terhadap bangsa jajahannya. Penggunaan bahasa dan kultur Yunani tidak dilarang sehingga kehidupan kembali normal sebagaimana sebelum Romawi masuk.

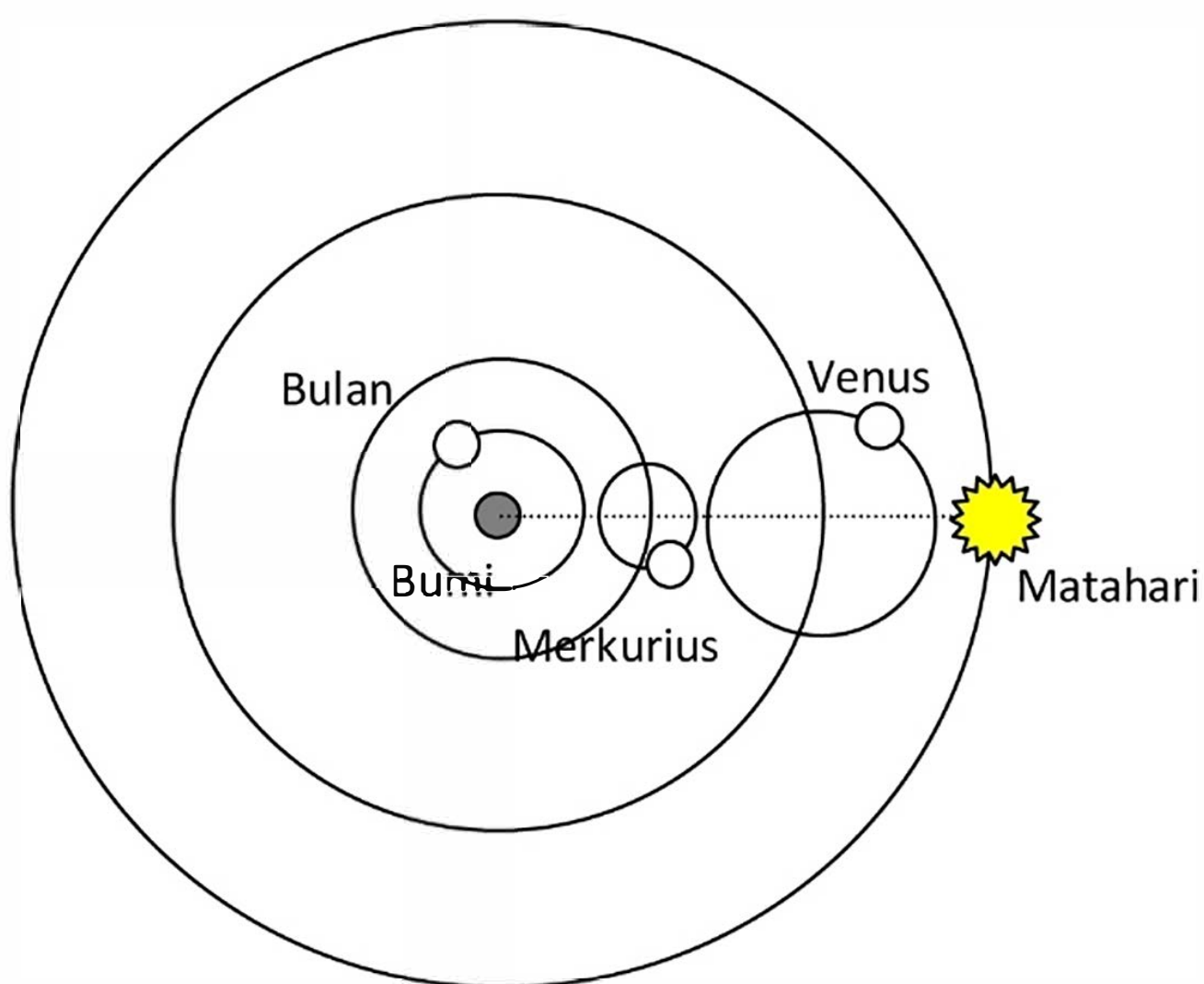
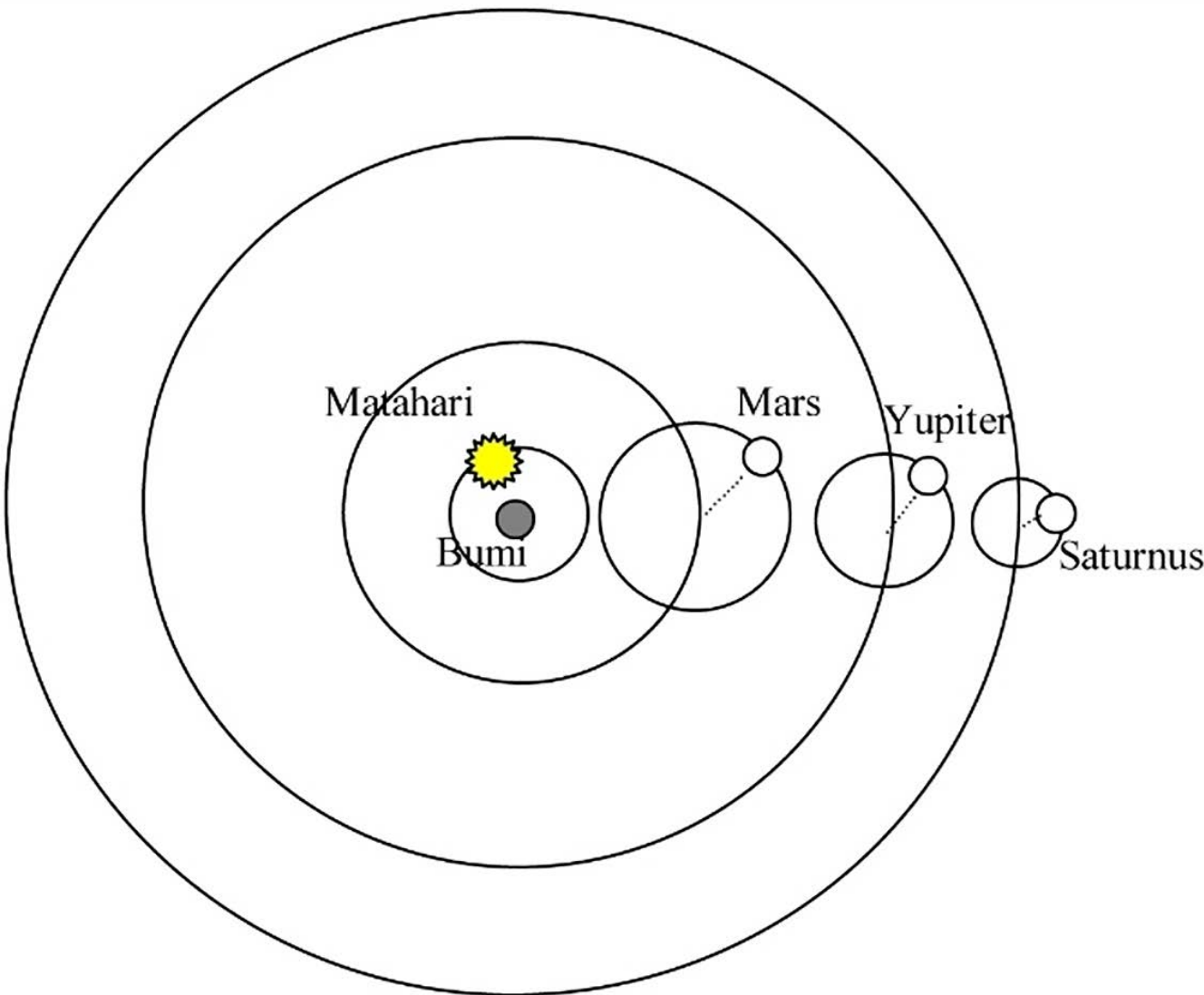
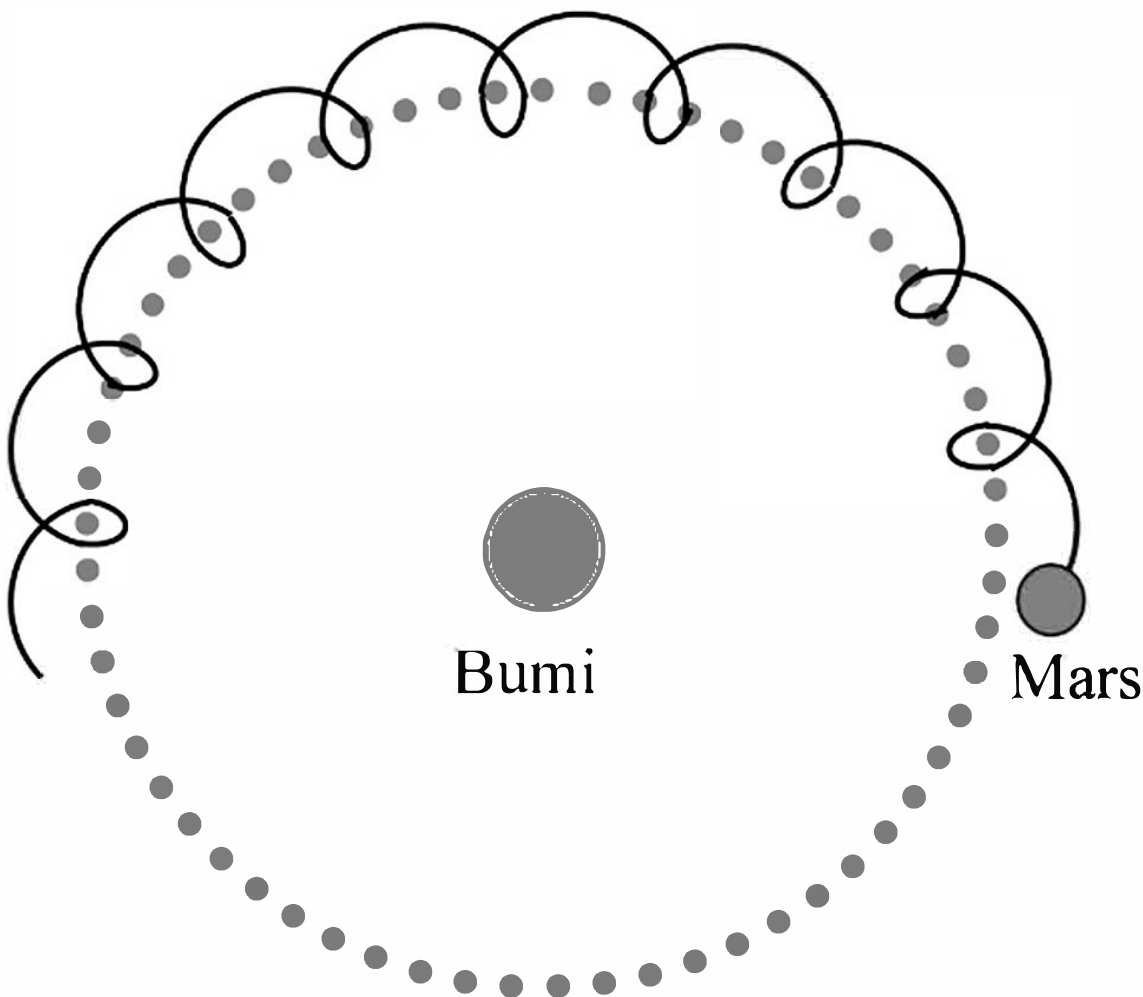
Gambar 17 Pemantulan dan Pembiasan

Claudius Ptolemaeus (100-170 M) adalah etnis Yunani yang lahir di Ptolemais Hermii, Mesir, dan meninggal di Alexandria. Ia mengamati perilaku cahaya dalam dua zat perantara yang berbeda,

seperti dari udara ke air. Ia mengukur sudut datang, sudut pantul, maupun sudut bias.

Sistem jagat raya Aristoteles dimodifikasi oleh Hipparchus, kemudian dipopulerkan serta disempurnakan oleh Ptolemaeus. Ia melakukan pengamatan astronomis di Alexandria selama 127-141 M. Hasil pengamatannya ini ia gunakan untuk membangun model geometri tentang jagat raya di dalam risalah *The Almagest* (Sistem Besar) yang memuat teori matematika tentang gerak Matahari, Bulan, dan planet. Ptolemaeus menggambarkan Bumi dikelilingi lingkaran-lingkaran, pada lingkaran-lingkaran ini terdapat lingkaran-lingkaran kecil dan planet-planet serta Matahari bergerak pada lingkaran-lingkaran kecil ini.

Sistem lingkaran di atas lingkaran ini dikenal sebagai episiklus (*epicycles*) yang membentuk gerak spiral. Penggambaran gerak benda langit yang ekstra rumit tetapi mampu menggambarkan semua pengamatan saat itu. Bulan mengitari Bumi, Merkurius dan Venus mengelilingi Bumi dengan gerak spiral, yakni bergerak melingkar dengan titik pusat yang juga bergerak melingkar. Titik pusat episiklus bagi Merkurius dan Venus selalu di garis antara Bumi dan Matahari. Peng-

gambaran ini dilakukan untuk menjelaskan Merkurius dan Venus yang selalu muncul pada dini hari.

Planet Mars, Yupiter, dan Saturnus yang berada di luar lintasan Matahari juga bergerak spiral dengan titik pusat lingkaran epik lebih bebas dan mengecil ke arah luar.

Gambar 19 Planet-Planet di Langit Jauh

Gambar 20 Gerakan Episiklus Planet

Model jagat raya Ptolemaeus ini bekerja dengan baik, dalam arti mampu memprediksi posisi planet secara akurat untuk memenuhi kebutuhan para astronom saat itu. Kelemahan model ini adalah untuk menggambarkan gerak semua planet yang ada, Ptolemaeus harus menggunakan delapan puluh lingkaran.

Eropa Modern

Hingga pertengahan abad ke-7 tidak ada kemajuan mencolok yang dicapai dalam pengembangan ilmu pengetahuan di Alexandria. Ketika orang-orang Islam menduduki Alexandria pada 642 M, kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan ilmu pengetahuan juga diambil alih. Semua buku, seperti karya Aristoteles, Euclid, Archimedes, Apollonius, dan Ptolemaeus diterjemahkan ke dalam bahasa Arab. Bukan sekadar diterjemahkan, tetapi juga diulas secara kritis. Banyak ilmuwan Muslim yang mempunyai gagasan tentang ilmu alam, tetapi hanya tiga nama yang akan disebutkan di sini, yakni Al-Khawarizmi, Al-Jahiz, dan Al-Battani.

Abu Abdullah Muhammad ibn Musa Al-Khawarizmi (770-840 M) atau Al-Khawarizmi lahir di Khawarizm, Uzbekistan. Ia menulis buku tentang matematika, astronomi, dan geografi. Dari namanya, orang membuat istilah algoritma yang berarti langkah-langkah penyelesaian masalah yang disusun secara logis dan sistematis. Saat ini biasanya algoritma digunakan untuk membuat diagram alur dalam komputer. Al-Khawarizmi juga merumuskan konsep aljabar. Nama aljabar yang digunakan saat ini diambil dari bukunya yang terkenal, yaitu *Al-Jabr wa Al-Muqabilah*. Ia mengembangkan tabel perincian trigonometri. Kebanyakan kita tidak tahu bagaimana sesungguhnya konsep algoritma dan aljabar dari Al-Khawarizmi. Akan tetapi, kedua nama itu digunakan sebagai nama subjek yang terus dikembangkan sampai saat ini. Hal itu menunjukkan bobot kedua gagasan tersebut.

Abu Utsman Amr ibn Bahr Al-Kinani Al-Fuqaimi Al-Bashri (781-869 M) yang lebih dikenal dengan julukan Al-Jahiz adalah seorang ilmu-

wan Muslim keturunan Arab Negro dari timur Afrika yang dilahirkan di Bashrah. Al-Jahiz tertarik dan menulis beberapa subjek, di antaranya prosa dan sastra Arab, filsafat, kalam, psikologi, sejarah, biologi, dan zoologi. Karya terpenting Al-Jahiz adalah Kitab *Al-Hayawan*, ensiklopedia tujuh volume yang menguraikan lebih dari 350 jenis hewan. Al-Jahiz mengemukakan gagasan seleksi alam. *Hewan harus berjuang untuk hidup dan eksis di tengah sumber daya yang tersisa, menghindari agar tidak dimakan, dan berkembang biak. Faktor lingkungan turut memengaruhi suatu organisme mengembangkan karakteristik baru untuk memastikan kelangsungan hidup jenisnya sehingga akan bergeser menjadi spesies yang baru. Hewan yang bertahan akan berkembang biak dan mewariskan karakteristik mereka kepada keturunannya.*

Abu Abdullah Muhammad ibn Jabir ibn Sinan Al-Battani lahir di Battan, Harran, Suriah, sekitar 858 M. Ia merupakan astronom terkemuka dan menulis buku tentang astronomi, yaitu Kitab *Al-Zij*. Al-Battani berpandangan bahwa Bumi mengelilingi Matahari selama 365 hari, 5 jam, 46 menit, dan 24 detik. Perhitungan ini merupakan hasil jerih payahnya meneliti selama 42 tahun. Al-Battani juga menemukan bahwa garis bujur terjauh Matahari mengalami peningkatan sebesar 16,47 derajat sejak perhitungan yang dilakukan oleh Ptolemaeus. Al-Battani menentukan secara akurat kemiringan ekliptika dan panjangnya musim. Ia bahkan berhasil mene-

Gambar 21

mukan orbit Bulan dan planet, dan menetapkan teori baru untuk menentukan kemungkinan terlihatnya Bulan baru pada saat pergantian Bulan. Peradaban Islam berjaya sampai abad ke-15.

Gambar 22 Jagat Raya Heliosentris

Pada 1542, setahun sebelum meninggal, **Nicolaus Copernicus** (1473-1543 M) memublikasikan risalah *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Revolusi Bola-Bola Langit) yang mengemukakan pandangan baru tentang dunia, model heliosentris. Planet-planet bergerak mengelilingi Matahari dalam lintasan lingkaran dan planet yang lebih lambat mempunyai orbit lebih jauh dari Matahari.

Penjelasan model Copernicus terhadap beberapa kejadian langit memberi hasil sebaik model Ptolemaeus. Model Copernicus juga menggunakan episiklus, tetapi dalam gerak planet mengelilingi Matahari. Meskipun demikian, prediksi model Copernicus tidak lebih superior dibandingkan dengan model Ptolemaeus. Satu-satunya kelebihan adalah model heliosentris lebih sederhana dibandingkan dengan model geosentris.

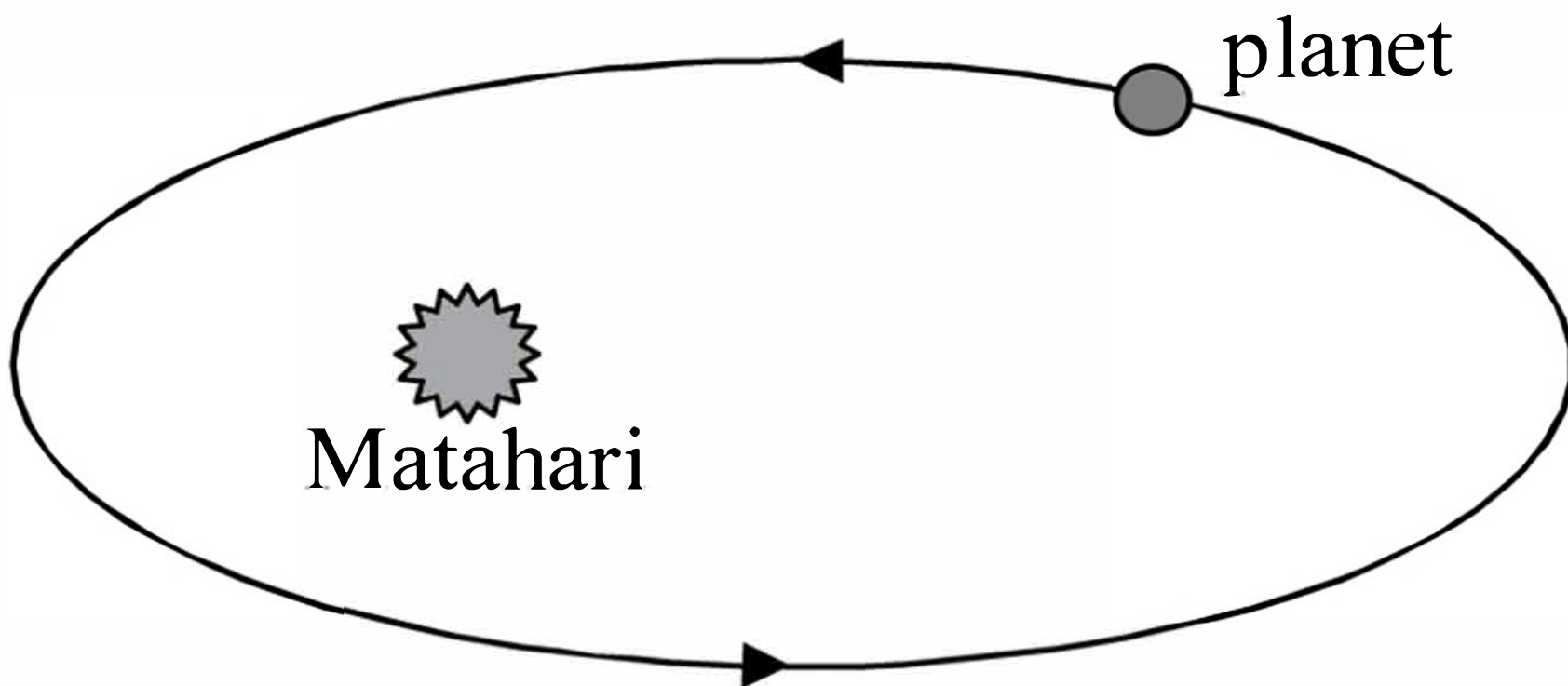
Model Copernicus memang tidak didukung oleh pengamatan dan perasaan umum sehingga, meskipun akhirnya model ini diterima luas, perkembangannya sangat lamban. Masalah utama model Copernicus bukan pada keilmiahannya, tetapi justru pada keterkaitannya dengan pandangan keagamaan, gereja. Model heliosentris bertentangan de-

ngan pandangan gereja yang menerima Bumi sebagai pusat jagat raya.

Giordano Bruno (1548-1600 M) mendukung dan membela pandangan Copernicus. Ia bahkan mengajukan gagasan bahwa jagat raya tidak berhingga dan mengandung banyak dunia seperti milik kita, tempat kehidupan berada. Bruno juga menolak objek-objek yang mempunyai gerak alamiah, menolak eksistensi pusat jagat raya, serta menolak keistimewaan Matahari dalam kosmos.

Tycho Brahe (1546-1601 M) adalah astronom yang banyak mencatat posisi dan lintasan planet-planet. Pada 1572, Tycho mengamati bintang yang tiba-tiba muncul di langit dan posisinya relatif tidak berubah terhadap bintang-bintang tetap. Artinya, posisi bintang baru itu berada jauh di atas Bulan. Masalahnya, menurut Aristoteles, objek di atas Bulan bersifat murni, tidak berubah dan abadi. Jelas, hal ini tertolak dengan adanya bintang baru. Pada 1577, Tycho mengamati komet yang muncul di langit, lebih jauh dari Venus, dan sekali lagi bertentangan dengan pandangan Aristoteles. Meskipun demikian, Tycho tidak menerima pandangan Copernicus.

Johannes Kepler (1571-1630 M) menerima model Copernicus, tetapi usaha awalnya memahami gerak planet masih menggunakan gagasan bola langit Aristoteles dengan melibatkan lima bentuk geometri: kubus, tetrahedron, oktahedron, ikosahedron, dan dodekahedron. Model ini akhirnya gagal. Pada 1600, Kepler menjadi asisten Tycho dan ditunjuk sebagai penggantinya ketika Tycho meninggal pada 1601.

Kepler kemudian mengkaji data-data Tycho dengan menggunakan model heliosentris sebagai hipotesis. Pada 1609, ia menentukan bahwa Mars tidak bergerak dalam lintasan lingkaran, tetapi elips dengan Matahari sebagai salah satu *foci* dan gerakannya menyapu luas yang sama dalam waktu yang sama. Dua temuan ini menjadi hukum pertama dan kedua orbit planet Kepler. Sepuluh tahun kemudian, Kepler menemukan hukum ketiga: pangkat tiga jarak rerata dari planet ke Matahari sebanding dengan kuadrat periodenya.

Gambar 23 Orbit Elips Planet

Galileo Galilei (1564-1642 M) tercatat untuk pertama kalinya menggunakan teleskop sebagai peranti astronomis. Riset di bidang sains eksak Galileo membuang sisa-sisa sains Aristotelian dan menggantinya dengan kerangka kerja fisika. Penemuan-penemuan Galileo menjadi filosofi modern bagi sains. Ia juga percaya pandangan Pythagoras bahwa jagat raya harus digambarkan oleh matematika.

Galileo melakukan eksperimen yang monumental, sekaligus menguji pandangan Aristoteles yang menyebutkan bahwa benda berat jatuh lebih cepat daripada benda ringan. Hasilnya, laju benda jatuh tidak bergantung pada beratnya. Dua benda dengan berat berbeda yang jatuh dengan laju awal sama akan mencapai tanah pada waktu yang sama. Pandangan Aristoteles tersebut mewakili pandangan kita semua, tetapi dinyatakan keliru oleh hasil eksperimen Galileo.

Pada 1604, Galileo mengamati bintang baru atau supernova, dan ia pun memperlihatkan bahwa bintang ini berada jauh dari Bulan. Setelah menggunakan teleskop, ia menemukan permukaan Bulan yang tidak rata dan tidak bulat sempurna. Ia juga menemukan bahwa Venus mempunyai fase periodik seperti Bulan. Penemuan astronomis Galileo yang paling dramatik terjadi pada 1610, Yupiter mempunyai satelit-satelit yang bergerak mengitarinya.

Galileo juga mengamati adanya bintik-bintik hitam (*sunspots*) yang bergerak pada Matahari. Semua penemuan Galileo menolak pandangan

Aristoteles dan menerima gagasan heliosentris. Dalam bukunya tentang *sunspot* yang terbit pada 1613, Galileo mengumumkan secara terbuka bahwa Bumi mengelilingi Matahari. Sembilan belas tahun kemudian, Galileo memublikasi buku lain yang memuat tentang Dialog Sistem Copernican dan Ptolemaic.

Teori Gravitasi

Isaac Newton (1642-1727 M) merumuskan hukum-hukum yang menjelaskan fenomena alam sejak gerak bintang sampai perilaku partikel debu. Pada 1687, Newton memublikasi buku *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* yang menjadi buku ilmiah paling berpengaruh yang pernah ada. Dalam bukunya, Newton menyatakan bahwa gerak benda mengikuti tiga hukum dasar, yaitu:

1. Hukum *Pertama*: setiap benda terus diam atau bergerak serbasama di dalam lintasan garis lurus selama tidak ada sesuatu (gaya) yang memengaruhinya.
2. Hukum *Kedua*: efek gaya pada gerak benda bermassa akan sebanding dengan massa benda tersebut.
3. Hukum *Ketiga*: setiap benda yang melakukan aksi (memberi gaya) kepada benda lain akan mengalami reaksi yang sama besar dan arah berlawanan oleh benda kedua.

Ketiga hukum tersebut absah di semua lingkungan dan semua benda, baik objek-objek di Bumi maupun di langit. Semua gerak terjadi di dalam ruang dan diukur oleh waktu.

Newton dikenal sebagai perumus dan pemberi fondasi matematis tentang pandangan ruang, waktu, dan materi. Ruang dan waktu tidak dipengaruhi oleh kehadiran atau ketidakhadiran benda. Ruang dan waktu absolut dalam sifatnya sendiri tanpa hubungan dengan sesuatu di luarnya, tetap sama, dan tidak bergerak. Waktu absolut dari dirinya sendiri dan dari sifatnya, mengalir bersamaan tanpa hubungan dengan sesuatu di luar. Asumsi Newton tentang ruang dan waktu menjadi fondasi bagi teori jagat rayanya, dan diterima melalui sejumlah besar

prediksinya yang terkonfirmasi secara eksperimental.

Dari sekian sumbangan Newton, yang terbesar adalah pada bidang mekanika benda langit. Ia menghasilkan sintesis pertama di dalam teori jagat raya: gaya yang sama yang membuat sesuatu jatuh, yaitu gravitasi, bertanggung jawab bagi gerak Bulan di sekitar Bumi dan planet-planet di sekitar Matahari. Dua objek yang dipisahkan oleh jarak tertentu akan mengalami gaya tarik yang sebanding dengan perkalian masing-masing massa dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Apel jatuh dari pohonnya dikendalikan oleh gaya yang sama dengan gaya yang mengendalikan Bulan beredar mengitari Bumi, gaya gravitasi.

Gambar 24 Medan Gravitasi Bumi

Melalui persamaan gravitasi dan persamaan dinamika Newton, juga dapat dijelaskan bahwa lintasan planet mengelilingi Matahari berupa lintasan elips, bukan lingkaran sebagaimana fisika Aristotelian. Teori Newton juga meneguhkan, secara kuantitatif matematis, hasil eksperimen Galileo tentang kecepatan benda jatuh yang tidak bergantung pada massa.

Gelombang Elektromagnetik

Pada zaman modern, ada pengetahuan lain yang dikembangkan oleh para ilmuwan, yakni tentang listrik dan magnet. Fenomena listrik

pertama kali diamati oleh Thales dari Yunani pada abad ke-6 SM. Setelah itu, masalah listrik terlupakan dan baru dipelajari kembali oleh William Gilbert, dokter Kerajaan Inggris pada masa pemerintahan Ratu Elizabeth I, pada 1600. Bahan seperti batu ambar dikatakan bersifat *electric*, dari kata Yunani *electron* yang berarti batu ambar.

Pada 1733, ahli kimia Prancis, Charles Francois de Cisternay Du Fay, mengidentifikasi dua jenis muatan listrik dari batu ambar dan kaca. Benjamin Franklin yang kemudian menjadi presiden Amerika membuat eksperimen dan mengusulkan tanda positif dan negatif untuk kedua macam muatan listrik pada gelas dan batu ambar. Pada 1740, John Theophilus Desaguliers mengusulkan nama *conductor* bagi bahan penghantar fluida listrik dan *insulator* bagi bahan yang tidak memungkinkan fluida listrik bergerak bebas. Pada 1745, E. Gorg von Kleist dari Jerman membuat peranti yang saat ini disebut *condenser* atau kapasitor.

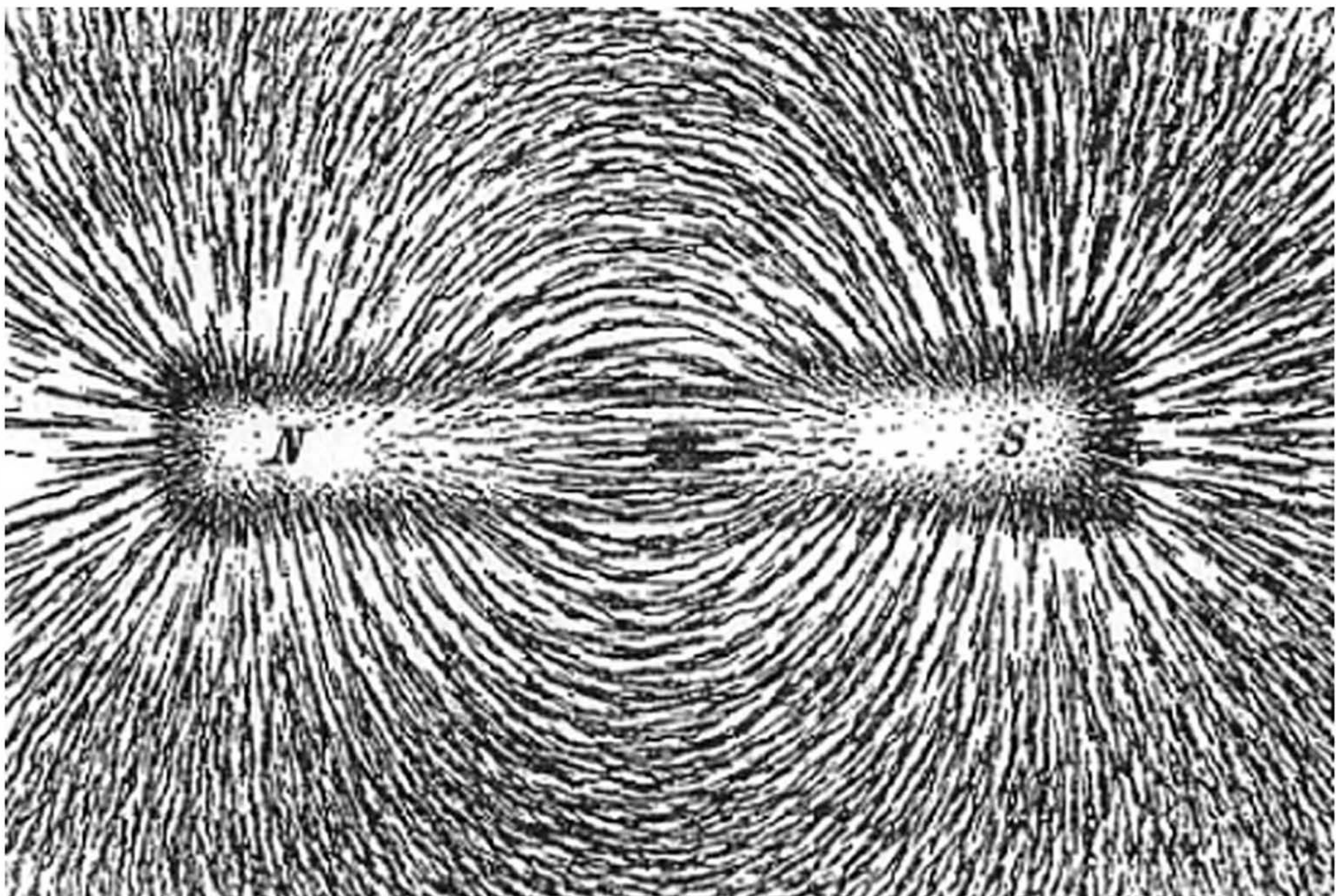
Pada 1785, fisikawan Prancis, Charles-Augustin de Coulomb, melakukan pengukuran kuantitatif gaya tolak dan gaya tarik listrik. Coulomb menemukan bahwa gaya listrik mirip gaya gravitasi, yakni berbanding terbalik dengan jarak kuadrat antar-muatan dan sebanding dengan besar muatan masing-masing.

Gambar 25 Eksperimen Coulomb
sumber: britanica.com

Penemuan muatan listrik bergerak dimulai oleh ahli anatomi Italia, Luigi Galvani, pada 1791. Galvani melihat bahwa otot-otot paha katak berperilaku seperti benda yang diberi percikan listrik dari Leyden jar, yakni

berkontraksi ketika disentuh dua logam berbeda secara bersamaan. Pada 1800, fisikawan Italia, Alessandro Volta, mempelajari logam yang dihubungkan oleh rangkaian sederhana dan untuk pertama kalinya membuat peranti yang disebut baterai atau sel listrik. Ia membuat dua jenis baterai, salah satunya terdiri dari potongan karton yang dibasahi air garam dan secara keseluruhan terdiri dari perak, karton, seng, perak, karton, seng, perak, dan seterusnya.

Pada 1827, ahli matematika Jerman, Georg Simon Ohm, mempelajari aliran listrik dengan sumber yang sama, tetapi dilewatkan pada aliran yang berlainan. Ohm mendapatkan bahwa pada setiap bahan terdapat resistansi dan ditetapkan sebagai rasio antara gaya gerak listrik volt terhadap arus.

Di Magnesia, sebuah kota di Yunani kuno, banyak ditemukan batu lapis (*lodestone*), yakni besi oksida yang dapat saling tarik atau saling tolak. Batu-batu ini untuk pertama kalinya diamati dengan saksama oleh Thales dan kemudian dikenal sebagai magnet, sesuai nama kota tempat bebatuan ini pertama kali ditemukan. Magnet juga mampu

Gambar 26 Magnet dan Serbuk Besi
sumber: www.math.cornell.edu/~numb3rs

menarik beberapa jenis logam. Jarum baja yang tidak bersifat magnetik dapat bersifat magnetik setelah digosok batu lapis. Menariknya, jarum yang telah termagnetisasi bila diletakkan pada bidang horizontal dan dapat bergerak bebas, akan bergerak dan mengambil posisi akhir utara-selatan.

Jarum ini kemudian dijadikan bahan penunjuk arah kompas. Pada abad ke-12, kompas mulai banyak digunakan di Eropa dan dikaji secara intensif oleh Peter Peregrinus dari Prancis. Peregrinus pula yang menamai ujung magnet sebagai *kutub utara* dan ujung lainnya *kutub selatan*. William Gilbert, dokter kerajaan pada masa Ratu Elizabeth I, menemukan bahwa Bumi adalah magnet raksasa. Temuan Gilbert dipublikasikan dalam buku *De Magnete*.

Pada 1820, fisikawan Denmark, Hans Christian Oersted, mengamati bahwa kawat yang dialiri arus listrik membelokkan jarum kompas yang berada di dekat kawat. Artinya, terdapat garis-garis gaya magnetik di sekitar kawat berarus listrik. Masih pada 1820-an, Michael Faraday melakukan eksperimen berupa kertas yang ditaburi serbuk besi dan diletakkan di atas batang magnet. Ia dapatkan bahwa serbuk besi segera berbaris sesuai garis-garis dari kutub utara ke kutub selatan. Faraday menyatakan bahwa garis-garis ini merupakan garis gaya magnetik yang membentuk medan magnet di sekitar bahan magnetik.

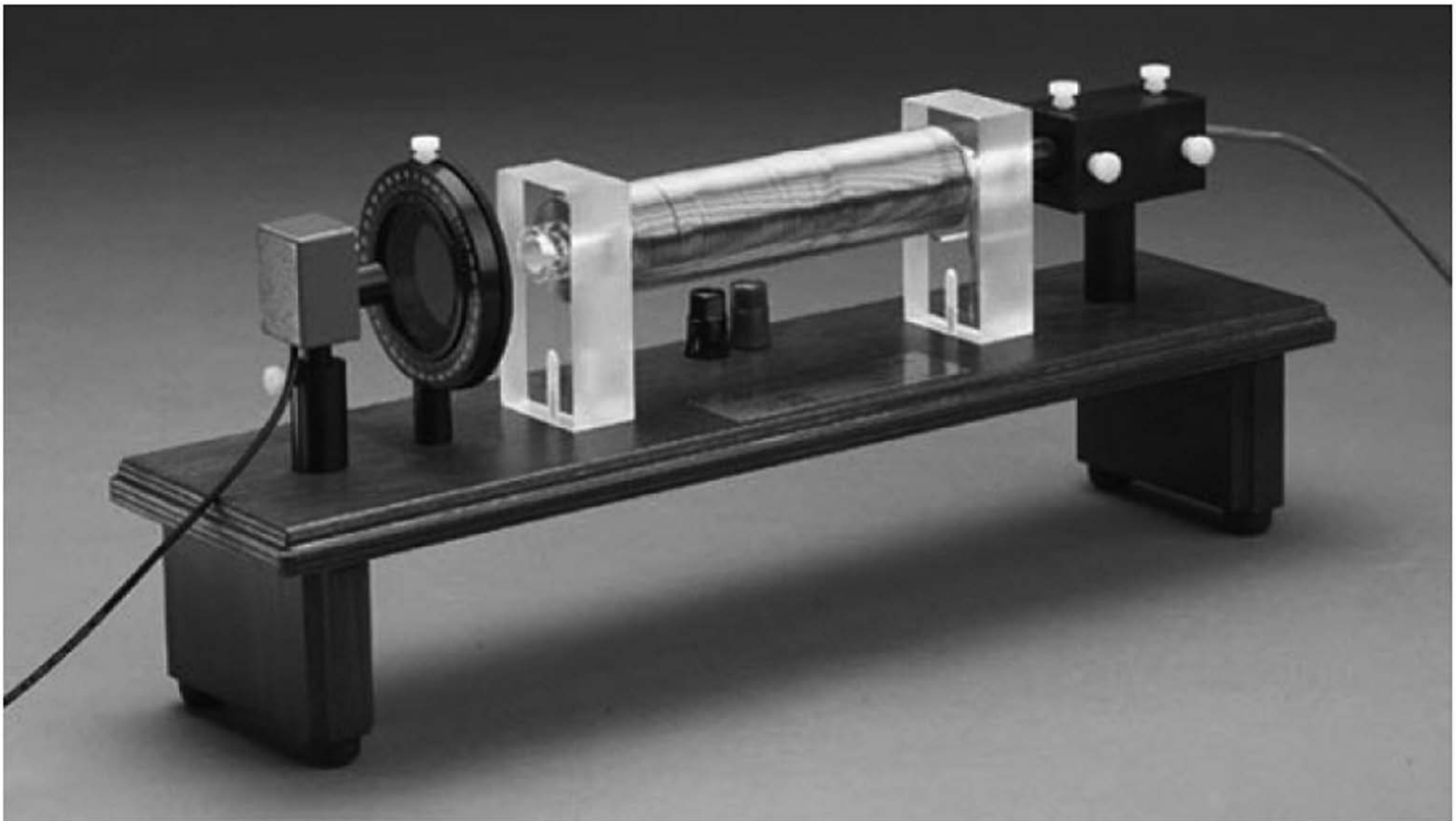
Sementara itu, Andre-Marie Ampere dari Prancis menindaklanjuti penemuan Oersted itu dengan membuat eksperimen berupa dua kawat yang dialiri arus listrik. Ampere mendapati bahwa bila dua kawat diletakkan dalam posisi arah arus sejajar, kedua kawat saling tarik atau mendekat dan bila arah arus berlawanan, keduanya saling tolak atau menjauh. Ampere juga memperlihatkan bahwa gulungan silindrik kawat yang dialiri arus juga berkelakuan seperti magnet batangan.

Pada 1831, Faraday membuat dua eksperimen berturut-turut. *Pertama*, dua kawat yang digulungkan pada dua batang besi yang berbeda. Gulungan pertama dihubungkan pada baterai, sedangkan gulungan kedua tidak, tetapi dihubungkan dengan galvanometer. *Kedua*, batang magnet yang digerakkan keluar masuk lilitan kawat, yang ke-

dua ujung lilitannya dihubungkan galvanometer. Hasilnya, arus listrik mengalir dalam kawat lilitan meski tanpa sumber listrik. Faraday menemukan prinsip induksi magnetik sekaligus menciptakan transformator pertama.

Perumusan listrik secara matematis harus memperkenalkan konstanta yang disebut *permitivitas*, sedangkan tetapan bagi perumusan gaya magnet adalah *permeabilitas*. Temuan-temuan dan rumusan-rumusan yang dimulai dari abad ke-6 SM sampai abad ke-19 M memberi empat persamaan yang terpisah dan setelah disandingkan, James Clerk Maxwell menemukan adanya inkonsistensi.

Maxwell menambah satu suku yang membuat empat persamaan listrik dan magnet menjadi konsisten. Keempat persamaan terpisah ini selanjutnya memberikan satu persamaan gelombang bagi medan listrik dan medan magnet, dengan kecepatan rambat gelombang adalah invers dari akar kuadrat permitivitas listrik kali permeabilitas magnet. Fenomena interferensi dan difraksi cahaya dapat dijelaskan dengan konsep gelombang elektromagnetik ini.

Gambar 27 Eksperimen Ampere
sumber: sparkmuseum.com

Gambar 28 Eksperimen Faraday
sumber: www.teachspin.com

Teori Relativitas

Pada abad ke-20, lahir dua teori baru dengan konsep dasar atau paradigma yang berbeda dari teori sebelumnya. Kedua teori tersebut adalah teori relativitas dan teori kuantum. Ciri utama dari kedua teori ini adalah sifat umumnya yang tidak *common sense*, tidak sesuai dengan perasaan umum manusia.

Teori tentang gelombang menyatakan bahwa gelombang memerlukan medium bagi perambatannya. Dari teori Maxwell didapatkan bahwa cahaya adalah gelombang dari medan listrik dan medan magnet. Pertanyaannya, apa medium bagi gelombang cahaya yang dipancarkan dari bintang-bintang jauh sehingga dapat mencapai Bumi?

Hipotesis medium bagi rambatan cahaya-cahaya ini bergerak sampai di Bumi adalah eter yang mengisi seluruh ruang angkasa. Jika eter ada, cahaya merambat dengan laju tertentu relatif terhadap eter dan, menurut hukum transformasi Galilean, mungkin akan mendeteksi gerak Bumi terhadap eter. Sayangnya, eksperimen interferometer Michelson-Morley memberi hasil nihil bagi eter, alias eter tidak ada.

Eter dipandang sebagai materialisasi dari ruang absolut Newton. Hasil eksperimen Michelson-Morley menuntun Einstein untuk bersimpulan bahwa ruang absolut Newton merupakan konsep tanpa kandungan fisis sehingga konsep ini harus dipindahkan dari deskripsi dunia fisis. Meskipun demikian, Einstein mempertahankan gagasan Newton tentang pengamat tinggal di kerangka Galilean yang bergerak dengan kecepatan tetap relatif terhadap yang lain. Einstein memperluas gagasan Newton dengan mengemukakan dua postulat yang menjadi fondasi teorinya yang dikenal sebagai teori relativitas khusus. Postulat tersebut adalah:

1. Hukum-hukum fisika adalah sama di semua kerangka Galilean.
2. Kecepatan cahaya di ruang hampa sama di semua kerangka Galilean dan tidak bergantung pada sumber cahaya bersangkutan.

Dari formalisme matematis bagi kedua postulat tersebut, diperoleh hasil matematis, jika c kecepatan cahaya dan v kecepatan pengamat di pesawat yang memancarkan cahaya tersebut, maka $v + c = c$! Hasil yang jelas tidak dapat diterima oleh akal biasa, akal dengan kerangka aljabar biasa.

Implikasi fisis dari postulat Einstein ini adalah ruang dan waktu tidak bersifat absolut yang berdiri sendiri dan tidak bergantung pada sesuatu di luar dirinya. Sebaliknya, ruang dan waktu bersifat relatif, dapat mengerut dan mengembang. Implikasi terkenal dari teori relativitas khusus Einstein ini adalah setiap benda bermassa m terkait dengan energi $E = mc^2$.

Gambar 29 Aljabar Relativitas Khusus

Einstein menjadi ilmuwan, tepatnya fisikawan fenomenal. Ia dikenal masyarakat luas karena kesetaraan massa energinya, $E = mc^2$. Orang selalu mengidentikkan konsep ini dengan bom atom dahsyat yang pernah meluluhlantakkan Kota Hiroshima dan Nagasaki.

Gambar 30 Kesetaraan Massa-Energi
sumber: dreamstime.com

Namun, Einstein mendapat anugerah puncak di bidang fisika, hadiah Nobel, karena kontribusinya dalam teori yang dia sendiri tidak terlalu suka, yaitu teori kuantum. Einstein dinobatkan sebagai ahli fisika terbesar sepanjang sejarah karena teorinya yang lain, yaitu teori relativitas umum. Para ahli menyatakan, jika Einstein tidak merumuskan teori ini, kita tidak tahu kapan teori ini akan lahir.

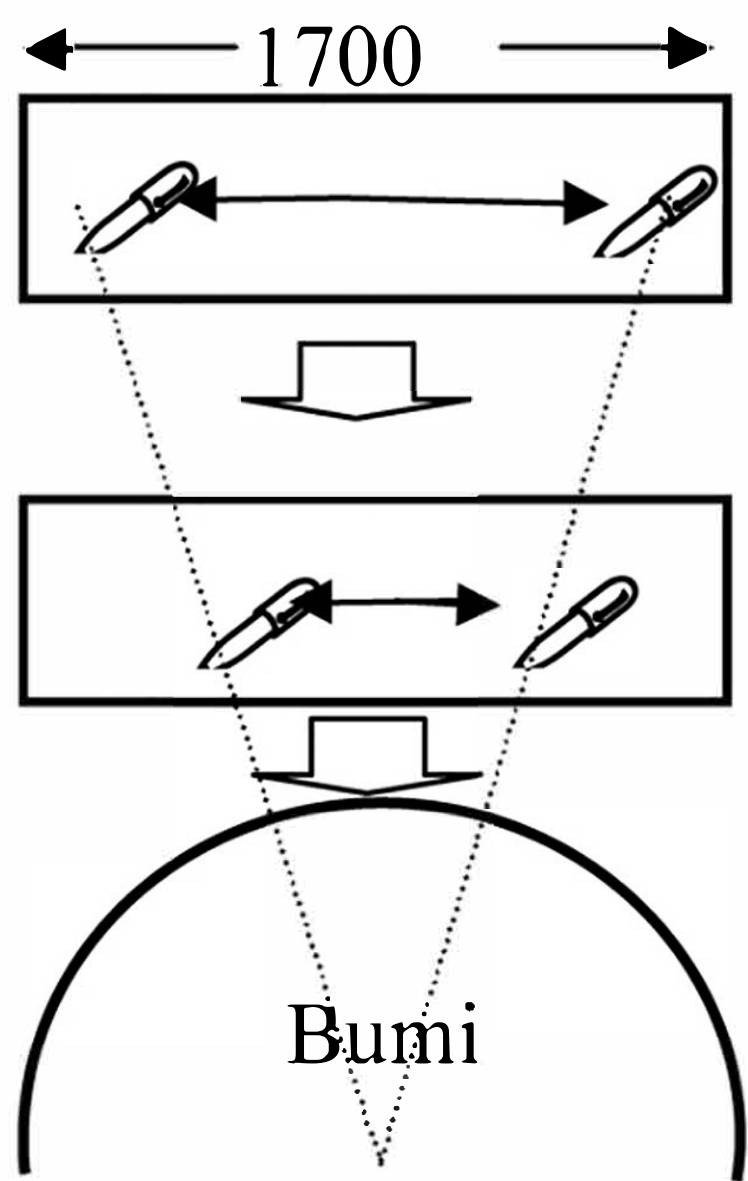
Secara ringkas, relativitas umum adalah teori geometri tentang gravitasi. Teori relativitas khusus hanya berlaku untuk objek bergerak dengan kecepatan tinggi dan konstan. Padahal, galaksi-galaksi bergerak dengan laju tinggi, juga mengalami percepatan. Nah, relativitas khusus menjadi tidak berlaku sehingga perlu diperluas dan lahirlah teori relativitas umum yang dibangun dari prinsip ekuivalensi.

Kita hidup di muka Bumi yang mempunyai gaya gravitasi yang dapat membuat setiap benda jatuh padanya. Seseorang memegang bolpoin dan ketika ia melepaskannya, bolpoin pasti jatuh. Ini adalah fenomena biasa, fenomena wajar yang diketahui dan dirasakan setiap orang.

Gambar 31 Bom Atom
sumber: wired.com

Sekarang, bayangkan seseorang tidur dan dimasukkan ke kotak berukuran kamar *deluxe*, kemudian dibawa menjauh dari Bumi, yakni ke ruang angkasa, dan jauh dari bintang-bintang sehingga nyaris tanpa medan gravitasi. Kotak diikat dan ditarik pesawat ruang angkasa yang bergerak dengan percepatan sebesar percepatan gravitasi Bumi. Beberapa saat kemudian, orang tersebut bangun dan duduk di lantai sebagaimana ketika ia tinggal di rumahnya sendiri. Selanjutnya, orang tersebut menjatuhkan bolpoin, maka ia akan melihat bolpoin jatuh ke lantai.

Orang di dalam kotak tidak dapat membedakan antara situasi di dalam kotak yang ditarik dengan percepatan gravitasi dan pengalaman di dalam pengaruh gaya gravitasi Bumi. Orang tersebut merasakan satu hal, dirinya ditarik ke lantai dengan tarikan yang sama seperti yang ia rasakan sehari-hari. Inilah prinsip ekuivalensi, percepatan di ruang tanpa medan dan percepatan gravitasi sama dengan gaya gravitasi.

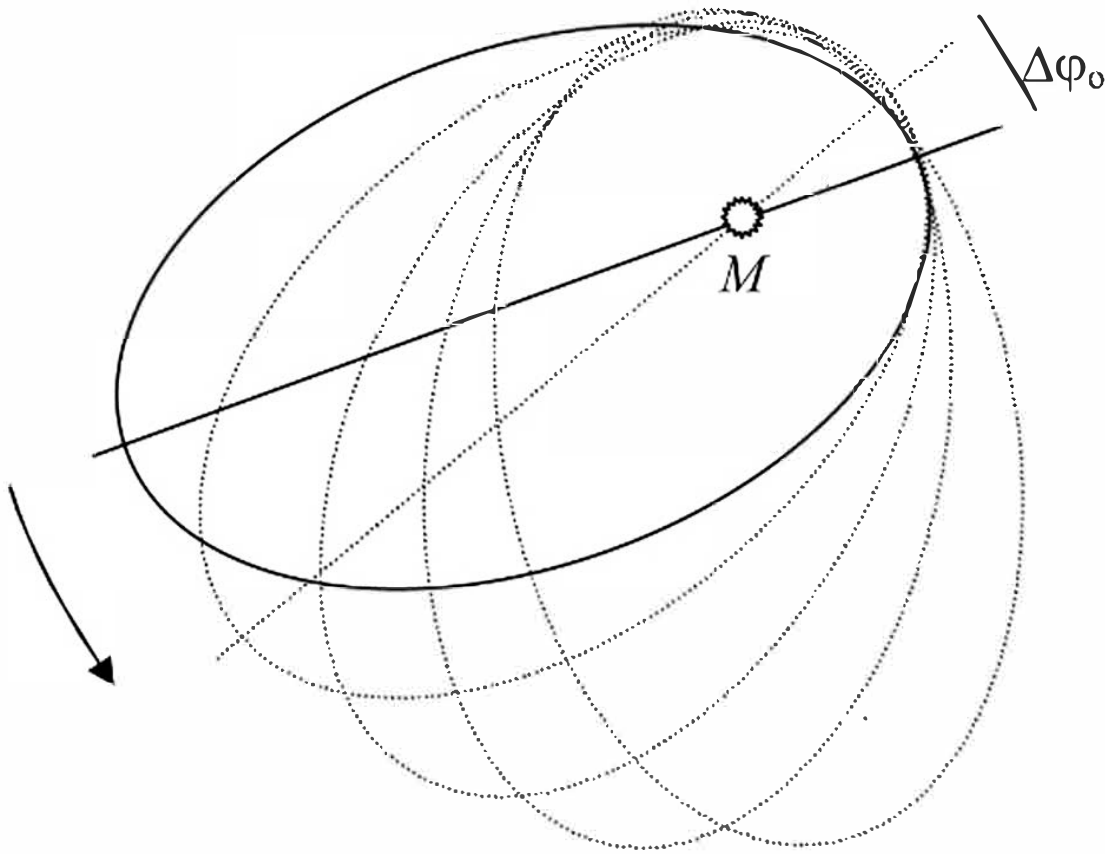
Sepanjang eksperimen dilakukan di daerah kecil, efek yang dihasilkan oleh gaya gravitasi tidak dapat dibedakan dengan ketika ia dalam ke-

Gambar 32 Dua Bolpoin Jatuh oleh Gravitasi

rangka acuan dipercepat. Jika jarak cukup jauh dan kotak cukup besar, keadaan baru dapat dibedakan. Pada gerak akibat gaya gravitasi, jarak dua bolpoin akan berubah dan mendekat karena dua bolpoin bergerak menuju satu titik sumber medan gravitasi. Namun, jarak dua bolpoin akan tetap jika pergerakannya ke lantai ditimbulkan oleh tarikan pesawat ruang angkasa seperti ilustrasi berikut.

Formulasi dari prinsip ekuivalensi ini menghasilkan satu persamaan tensorial yang dikenal sebagai persamaan medan Einstein dan memuat sepuluh persamaan

$$R_{\mu\nu} - ½\, g_{\mu\nu} R = (8_{\mu}G/c^4)\, T_{\mu\nu}$$

$R_{\mu\nu}$ adalah tensor Ricchi, R skalar kelengkungan, $g_{\mu\nu}$ tensor metrik yang menggambarkan kelengkungan ruang waktu, dan $T_{\mu\nu}$ tensor yang memuat informasi kerapatan massa-energi dan momentum. G adalah tetapan gravitasi Newton, sedangkan c adalah kecepatan cahaya.

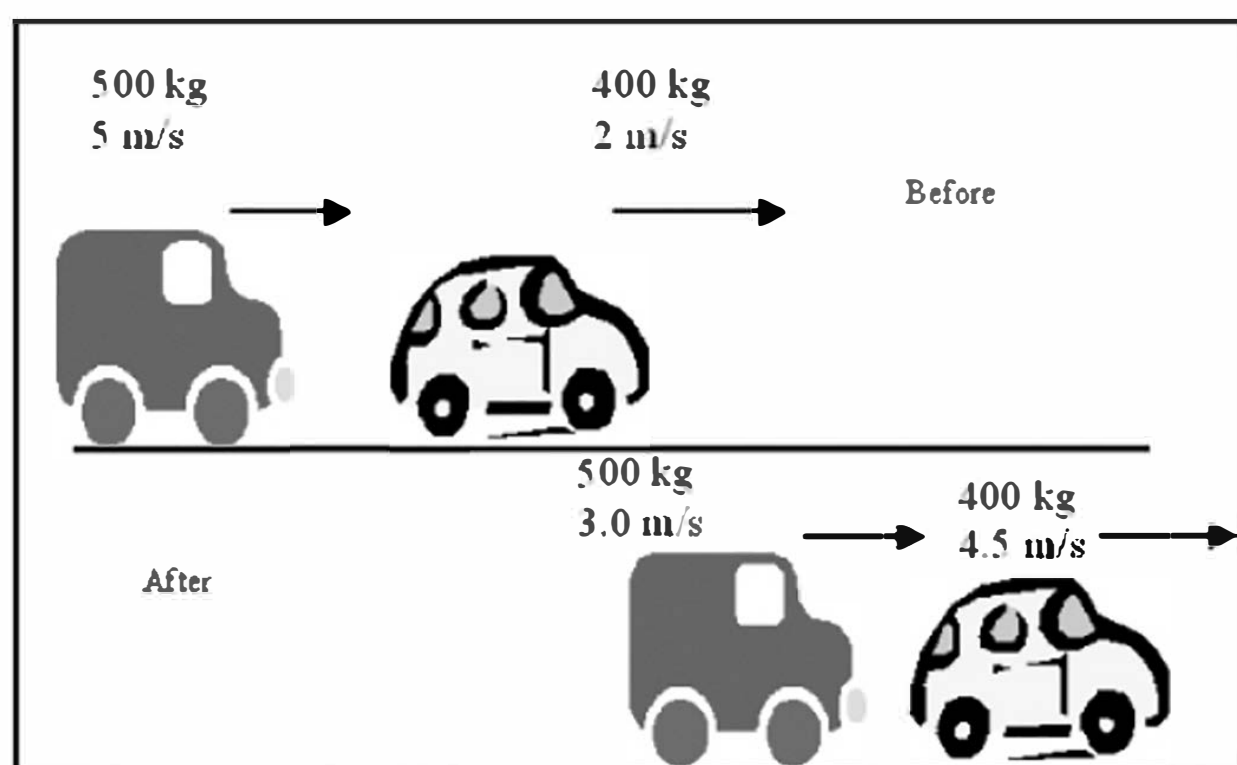
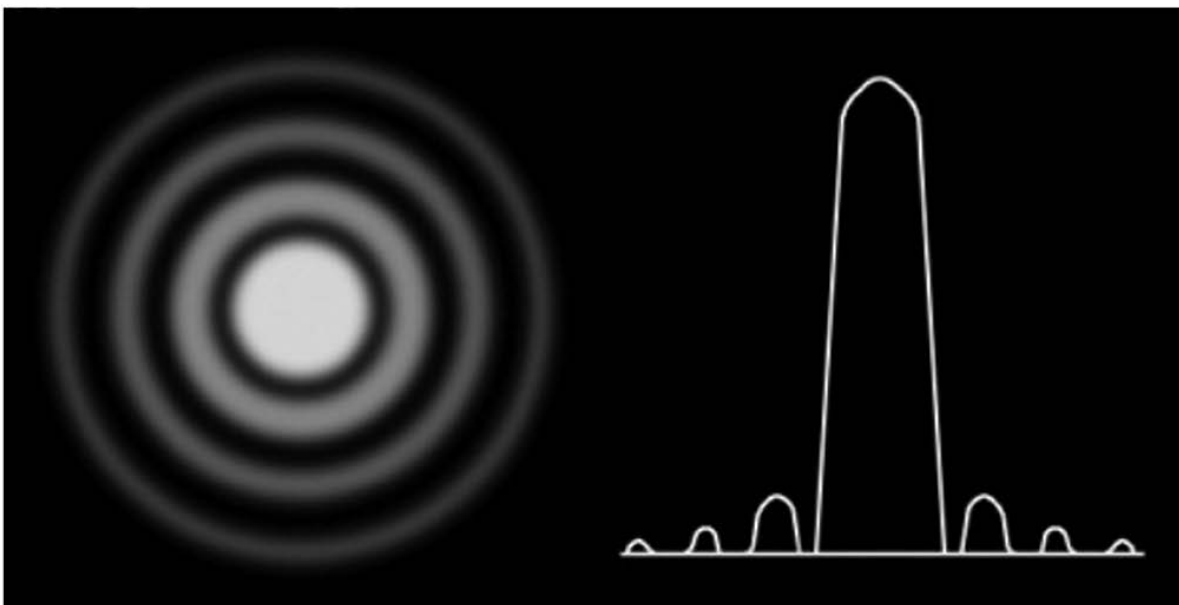
Persamaan medan Einstein juga memberikan persamaan gerak

Gambar 33 Gerak Presisi dari Orbit Elips

bagi planet berupa lintasan elips sebagaimana dijelaskan oleh teori gravitasi klasik, gravitasi Newton. Penjelasan yang dapat dilakukan oleh teori Einstein, tetapi tidak dapat dilakukan oleh teori Newton, adalah gerak presisi planet. Merkurius adalah planet paling dekat dengan Matahari dan paling eksentrik sehingga efeknya paling mungkin diamati. Untuk gerak Merkurius di sekitar Matahari, teori relativitas umum memberi pergeseran sumbu orbit elips $\Delta\varphi = 43{,}03''$/abad. Prediksi teoretis ini bersesuaian sangat baik dengan data pengamatan, dan tidak dijelaskan oleh teori Newton.

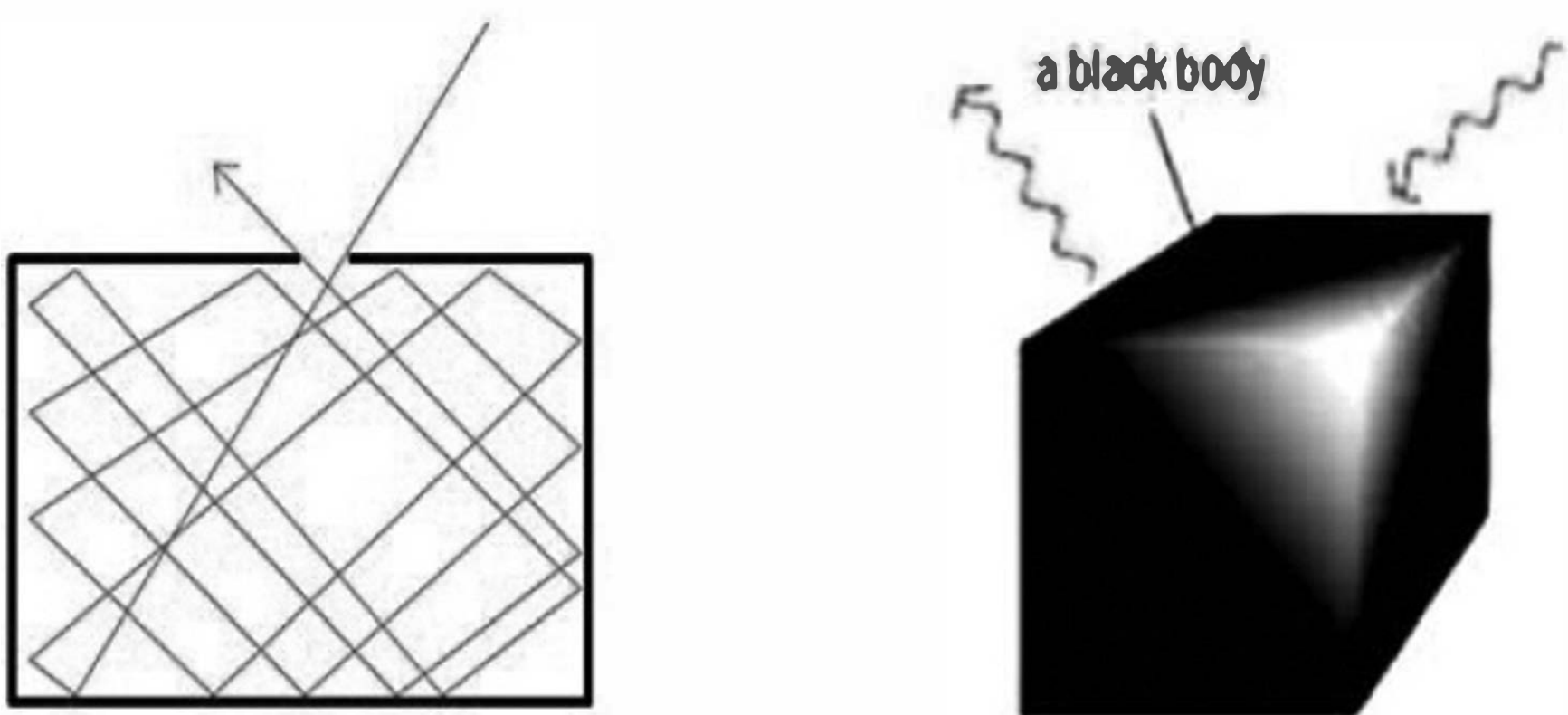
Prediksi lain teori relativitas umum adalah lintasan cahaya dibelokkan jika bergerak melalui benda masif. Selain itu, spektrum yang dipancarkan oleh suatu atom akan mengalami pergeseran spektral di dalam medan gravitasi, tepatnya pergeseran merah gravitasional (*gravitational redshift*).

Teori Kuantum

Dua teori utama di dalam fisika klasik adalah mekanika Newtonian dan teori medan Maxwell. Mekanika Newton memberi deskripsi bagi materi dan interaksinya, sedangkan teori medan Maxwell mendeskripsikan gelombang elektromagnetik. Materi dan gelombang mempunyai sifat yang khas yang tidak mungkin bercampur.

Artinya, materi selalu mempunyai sifat dan berperilaku sebagai materi, seperti mempunyai momentum dan bertumbukan, sehingga terjadi transfer energi dan momentum. Sedangkan gelombang mempunyai

Gambar 34 Tumbukan Antarmateri
sumber: sites.google.com

Gambar 35 Difraksi
sumber: starizona.com

panjang gelombang dan mengalami peristiwa interferensi dan difraksi. Materi tidak pernah mengalami interferensi dan difraksi, sebaliknya gelombang tidak pernah mengalami tumbukan dan transfer energi-momentum.

Pada akhir abad ke-19 terjadi fenomena menarik, yaitu radiasi yang dipancarkan oleh benda hitam. Suatu objek dikatakan sebagai benda hitam bukan karena ia dicat dengan warna hitam, tetapi karena ia menyerap semua radiasi yang diterimanya tanpa memancarkan kembali. Objek langit yang mempunyai sifat seperti itu disebut lubang hitam, *black hole*. Benda hitam serupa dengan lubang hitam tapi dalam skala kamar dan sering dinyatakan sebagai benda berongga. Radiasi masuk rongga dan hanya beberapa yang mampu keluar rongga.

Gambar 36 Benda Hitam
sumber: basistik.blogspot.com

Jika benda hitam dipanaskan, radiasi akan terpancar keluar. Kerapatan energi radiasi yang terpancar diukur untuk aneka panjang gelombang dan temperatur, kemudian diplot dalam grafik. Bentuk kurva cukup membingungkan, dalam arti tidak dapat dijelaskan dengan konsep yang ada, radiasi gelombang elektromagnetik. Teori gelombang elektromagnetik dalam rongga memberikan kurva dengan nilai membesar pada panjang gelombang pendek yang tidak sesuai dengan hasil pengukuran. Nilai besar kerapatan energi pada panjang gelombang pendek (ultraviolet, ultraungu), menurut teori lama, dikenal sebagai bencana ultraungu.

Gambar 37 Distribusi Energi Radiasi Benda Hitam
sumber: es.flinder.edu.au

Selama lebih dari satu dasawarsa, para ahli fisika mencoba menjelaskan kurva radiasi benda hitam, hasilnya nihil. Gagal! Akhirnya, pada 1900, ahli fisika Jerman, Max Planck, melakukan terobosan dengan keluar dari cara berpikir lama, gelombang sebagai gelombang. Planck membuat hipotesis bahwa gelombang radiasi di dalam rongga berlaku seperti osilator harmonik dengan frekuensi diskrit f, $2f$, $3f$, ... dan seterusnya, tidak dapat bernilai kontinu atau di antaranya. Planck pun memperkenalkan tetapan baru h untuk membungkus gelombangnya dalam paket energi hf, $2hf$, $3hf$, ...

Gelombang terpaket dan statistik klasik memberi penjelasan yang akurat tentang kurva radiasi benda hitam. Meskipun berhasil menjelaskan kurva radiasi benda hitam, Planck masih meragukan gagasan atau hipotesisnya sendiri. Ia tidak puas karena tidak sesuai dengan teori yang telah ada dan mapan. Akhirnya, pada 1905, Einstein meminjam gagasan Planck untuk menjelaskan fenomena lain yang juga tidak da-

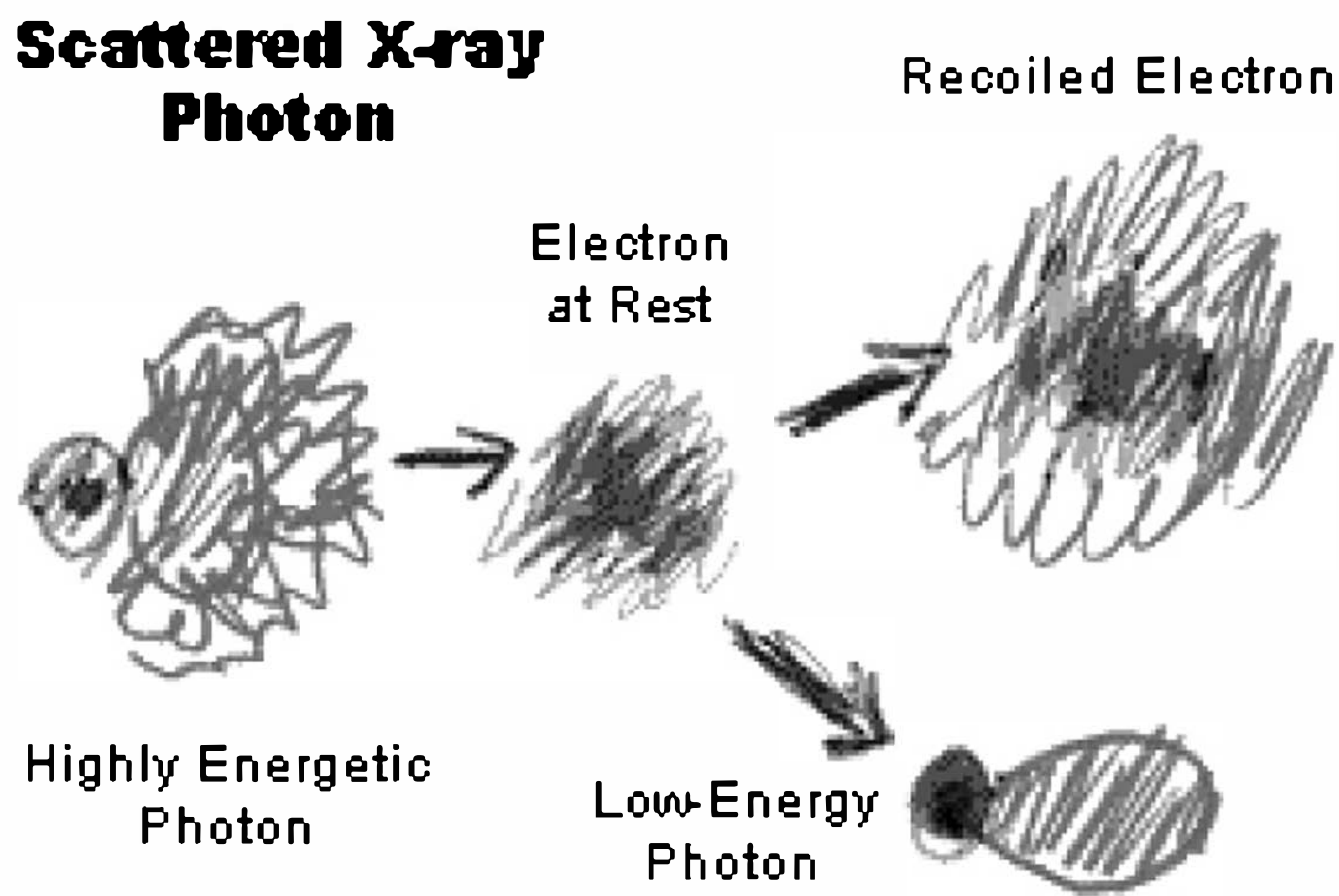
pat dijelaskan oleh mekanika klasik Newtonian maupun medan elektromagnetik Maxwell. Fenomena tersebut adalah efek fotolistrik.

Gambar 38 Osilator Harmonik
sumber: nyu.edu

Elektron lepas dari permukaan logam setelah disinari cahaya tertentu dengan intensitas lemah sekalipun. Sebaliknya, elektron tidak terpancar ketika disinari cahaya tertentu lainnya, meskipun intensitasnya sangat kuat. Ketika energi kinetik elektron terpancar oleh beberapa macam cahaya yang memancarkan, ternyata energi kinetik elektron berbeda dan bergantung pada cahaya penumbuknya.

Menurut penelitian Planck, ketika cahaya diperlakukan sebagai cahaya dan energi cahaya digunakan untuk menggoyang elektron agar dapat lepas dari ikatan atom, perlu waktu dua pekan. Elektron dapat segera lepas jika cahaya diperlakukan sebagai partikel dengan energi *hf* dan menumbuk elektron seperti tumbukan klasik.

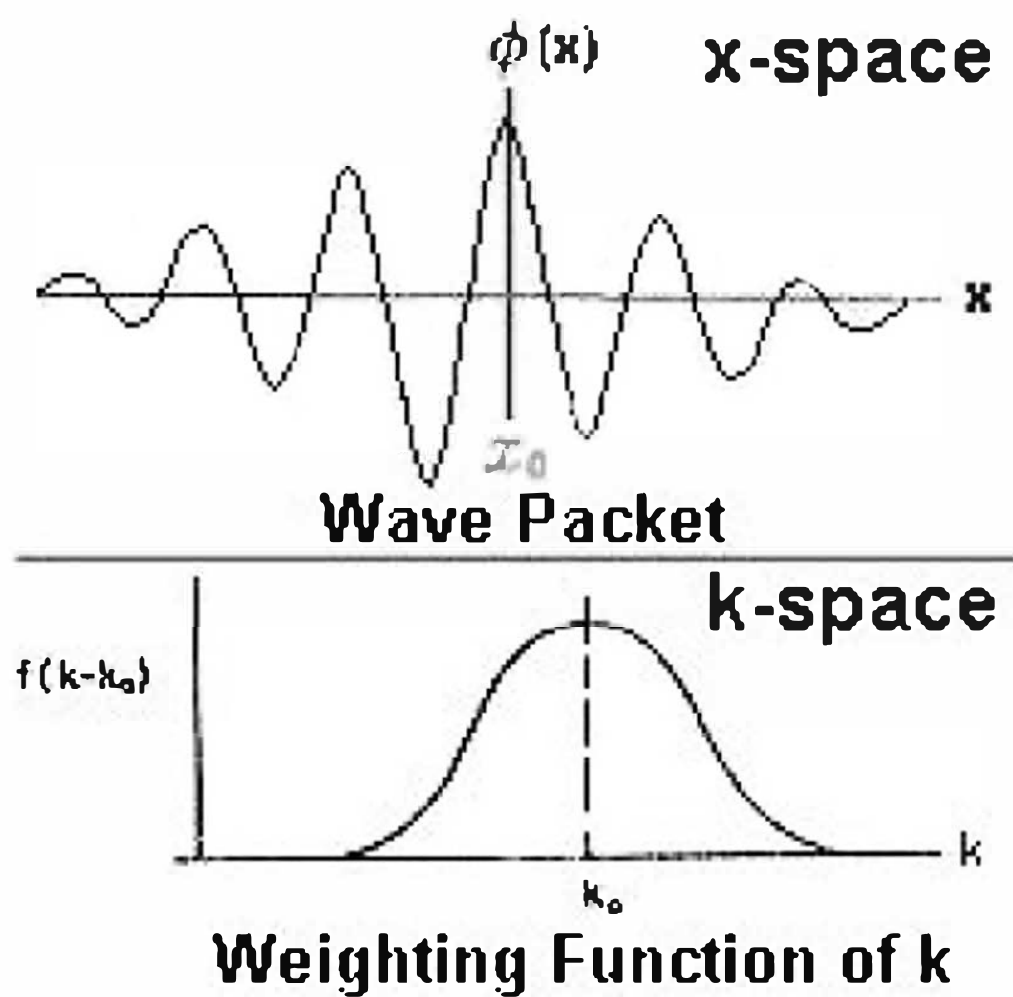
Hasil eksperimen lain yang tidak dapat dijelaskan secara klasik, gelombang sebagai gelombang, adalah hamburan foton oleh elektron. Foton terhambur mempunyai panjang gelombang lebih besar atau energi

Gambar 39 Efek Fotolistrik
sumber: undsciberkeley.edu

Gambar 40 Hamburan Compton
sumber: grandunifiedtheory.org.il

lebih rendah. Perilaku kurva panjang gelombang terhadap sudut hambur gagal dijelaskan dengan pendekatan gelombang sebagai gelombang.

Pada 1922, Arthur Compton mengajukan hipotesis bahwa gelombang mempunyai momentum yang berbanding terbalik dengan panjang gelombang ($p = h/\lambda$) dan berperilaku sebagai partikel. Interaksi antara foton dengan elektron adalah interaksi tumbukan yang memenuhi hukum kekekalan momentum-energi. Hasil eksperimen dapat dijelaskan dengan baik.

Ide dasar Planck, Einstein, dan Compton sama, gelombang mempunyai sifat dan berperilaku sebagai partikel. Sejak Compton berhasil menjelaskan hamburan foton oleh elektron, sampai dua tahun kemudian, belum muncul eksperimen baru yang membingungkan. Padahal saat itu, tahun 1924, seorang mahasiswa doktoral yang harus menulis disertasi, Louis de Broglie, melakukan terobosan baru meski tanpa dukungan eksperimen, pertimbangannya mungkin murni estetika alam atau keyakinan keadilan Tuhan Sang Pencipta jagat raya.

Jika gelombang mempunyai sifat materi, atas nama estetika dan kesimetrian alam, seharusnya materi mempunyai sifat seperti gelombang. Seharusnya materi dapat mempunyai panjang gelombang dan dapat mengalami difraksi sebagaimana lazimnya gelombang. De Broglie

Gambar 41 Paket Gelombang
sumber: univers-review.ca

mengajukan hipotesis, materi bersifat gelombang dengan panjang gelombang berbanding terbalik dengan momentumnya, $\lambda = h/mv$, di dalam disertasinya.

Meski sempat membuat anggota dewan penguji disertasinya bingung dan menggelar rapat khusus, akhirnya de Broglie dinyatakan lulus dan hipotesisnya diterima secara teoretis. Hipotesis de Broglie baru dikonfirmasi tiga tahun kemudian, 1927, oleh dua eksperimen terpisah, yaitu eksperimen Clinton Davisson dan Lester Germer dan eksperimen George Thomson dan A. Reid, eksperimen difraksi elektron.

Berdasarkan konfirmasi atas hipotesis de Broglie, sempurnalah dualisme gelombang-materi, yaitu gelombang bersifat materi dan materi bersifat gelombang. Objek mikro tidak bersifat rigid, materi-materi atau gelombang-gelombang, melainkan gelombang ↔ materi. Objek tersebut adalah paket gelombang yang bersifat materi karena dilokalisasi di daerah Δx tertentu dan tersusun oleh gelombang-gelombang dengan spektrum bilangan gelombang Δk.

Gambar 42 Ketidakpastian Heisenberg
sumber: progectosogilvy.com

Δx dan Δk mempunyai hubungan menarik, yaitu $\Delta x \Delta k = ½$ jika paket gelombang Gaussian dan $\Delta x \Delta k > ½$ jika bukan Gaussian, sehingga secara umum $\Delta x \Delta k \geq ½$. Karena $\hbar \Delta k = \Delta p$, maka

$\Delta x \Delta p \geq \frac{1}{2}\hbar$ yang dikenal sebagai prinsip ketidakpastian Heisenberg. Prinsip ini menyatakan bahwa dalam skala mikro partikel tidak pernah diam, selalu bergerak.

Paket gelombang juga dapat memberi persamaan Schrodinger, persamaan gerak bagi objek mikro. Partikel digambarkan dengan fungsi gelombang dan mewujud bagai gelombang yang tidak jelas batas tepinya sesuai dengan tuntutan awal yang memaksa kelahiran teori kuantum, dualisme partikel-gelombang.

The End of Science?

Fisika terus berkembang, demikian pula sains secara umum, seperti astronomi, biologi, kimia, dan kosmologi. Teori kuantum kawin dengan relativitas khusus melahirkan teori medan kuantum yang menjadi basis teknologi modern. Produk teknologi seperti yang disinggung tadi, telepon genggam yang semakin ramping dan multiguna, tidak dapat dilepaskan dari kemajuan sains material yang telah masuk skala nano. Kerangka teori kesemuanya tidak dapat dilepaskan dari teori kuantum.

Gambar 43 Sains Berakhir?
sumber: shop.skeptic.com

Produk teknologi sebagai buah langsung dari sains hampir keluar setiap hari dengan variasi yang luar biasa dan kecanggihan yang mengagumkan. Pada saat seperti ini, terdapat perkembangan yang antagonis. Di dalam diri para ilmuwan berkembang perasaan bahwa sains sebagai upaya objektif, terpadu, dan universal telah selesai. Pada 1989, Gustavus Adolphus College di Minnesota menyelenggarakan simposium dengan judul yang sangat provokatif, "The End of Science?".

Dari sekian narasumber yang umumnya adalah filsuf yang dengan caranya masing-masing telah menantang otoritas sains, terdapat Gunter Stent, biolog dari University of California di Berkeley. Stent telah menyebarkan skenario dramatis tentang akhir dari sains dan menyatakan bahwa sains mungkin telah berakhir. Sains berakhir bukan karena skeptisisme sebagian kecil akademisi sofis, melainkan sains telah bekerja sedemikian baik dan sempurna.

Bidang-bidang tertentu dibatasi oleh keterbatasan subjeknya. Sebagai contoh, tidak ada orang yang memandang anatomi manusia dan geografi sebagai pencarian yang tak terbatas. Kimia juga terbatas. Meskipun jumlah keseluruhan reaksi kimia yang mungkin sangat besar dan keragaman reaksi dapat berkembang dengan sangat cepat, tetapi tujuan kimia untuk memahami prinsip-prinsip yang mengendalikan perilaku dari molekul-molekul, sebagaimana geografi, jelas terbatas. Tujuan itu telah tercapai pada 1930, ketika Linus Pauling memperlihatkan bahwa semua reaksi kimia akan dapat dipahami di dalam kerangka mekanika kuantum.

Dalam biologi, penemuan struktur sumbat botol kembar DNA (*DNA's twin-corkscrew structure*) pada 1953 dan penguraian kode genetika telah menyelesaikan masalah besar, yakni bagaimana informasi genetik disampaikan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Biolog masih mempunyai tiga pertanyaan besar yang harus dijawab: bagaimana kehidupan dimulai, bagaimana sel tunggal berkembang menjadi organisme multiseluler kompleks, dan bagaimana sistem saraf pusat memproses informasi. Jika pertanyaan ini terjawab, berarti tugas biologi telah selesai.

Secara prinsip, para biolog dapat melanjutkan upaya eksplorasi fenomena spesifik dan menerapkan pengetahuan mereka. Namun, menurut teori Darwin, sains tidak muncul dari keingintahuan kita tentang kebenaran murni, melainkan dari hasrat kita untuk mengontrol lingkungan sehingga eksistensi kita terus terjaga. Jika suatu bidang ilmu tidak memberi umpan balik pada kemampuan praktis yang memadai, kelanjutan riset ilmuwan tidak akan didukung sepenuhnya.

Tidak seperti biologi, sains fisika tampak masih terbuka lebar. Para fisikawan senantiasa dapat mengkaji materi lebih dalam dengan menumbukkan partikel satu dengan lainnya dengan menggunakan energi yang lebih besar. Astronom selalu dapat melakukan pengejaran lebih jauh terhadap ruang angkasa. Meskipun demikian, upaya mereka mengumpulkan data dari wilayah yang makin dalam dan jauh akan terbentur berbagai kendala, khususnya kendala finansial. Masyarakat akan terus mendukung penelitian fisika sepanjang ia mempunyai potensi untuk membangkitkan teknologi yang berguna secara praktis. Jika fisika menjadi tidak praktis dan tidak dapat dimengerti, masyarakat pun akan menarik dukungannya.

Contoh kasus yang terakhir adalah Superconducting Super Collider (SSC) yang merupakan laboratorium tumpuan bagi pembuktian prediksi teori superdawai. Pada 1993, kongres Amerika membuat keputusan untuk menghentikan SSC tersebut sehingga pupuslah harapan untuk menguji kebenaran teori superdawai. Meskipun demikian, sebagian ahli masih terus mengembangkan teori yang sangat indah secara matematis ini, dan teori superdawai menjadi teori kuasi keyakinan. Artinya, setiap ahli dapat mempunyai rumusan sendiri dan boleh bertahan dan merasa benar dengan gagasannya masing-masing sepanjang logika matematisnya dipenuhi, karena memang tidak ada hakim berupa laboratorium yang memutuskan gagasan mana yang sesungguhnya benar.

Sains terapan akan terus berlangsung dalam waktu lama. Ilmuwan akan terus mengembangkan material baru yang serbaguna, komputer yang lebih cepat dan lebih canggih, teknik rekayasa genetika yang membuat manusia lebih sehat, lebih kuat, dan hidup lebih lama, bahkan

mungkin juga membangun reaktor fusi yang menghasilkan energi lebih murah dan ramah lingkungan. Pertanyaannya, mungkinkah semua itu akan memberi kejutan berupa revolusi dalam pengetahuan fundamental kita? Mungkinkah semua itu akan memaksa ilmuwan memperbaiki peta yang telah mereka buat untuk mendeskripsikan struktur alam semesta atau narasi yang telah dibuat bagi penciptaan kosmos dan sejarah?

Kemungkinan tidak! Sains terapan yang dikembangkan selama ini cenderung meneguhkan paradigma teoretis yang ada ketimbang menantangnya. Transistor, laser, nanochip tidak memaksa lahirnya gagasan baru, melainkan menegaskan kekuatan mekanika kuantum, sebagaimana rekayasa genetika menyokong evolusi berbasis DNA.[]

Al-Quran dan Akal

Al-Quran turun bukan di ruang hampa, juga bukan pada awal sejarah kelahiran umat manusia. Al-Quran turun ketika beberapa peradaban telah berlangsung, beberapa pemikiran nonwahyu tentang alam telah berkembang. Artinya, sebelum Al-Quran diturunkan, manusia telah mempunyai teori, pendapat, atau pandangan tentang aneka fenomena alam. Dalam perenungannya, Pythagoras bersimpulan bahwa alam mengikuti kaidah-kaidah kuantitatif yang dapat diungkapkan dengan angka-angka setelah mengamati perbandingan nada-nada musik. Aristoteles dan Ptolemaeus menyatakan bahwa Bumi adalah pusat jagat raya, benda-benda langit bergerak mengitarinya. Pandangan geosentris ini diterima secara luas sampai abad ke-17 dan sebagian kecil, termasuk kalangan Muslim, menerimanya sampai saat ini.

Gambar 1 Akal
sumber: globalchaostoglobalpeace.blogspot.com

Indra dan akal memungkinkan manusia menyibak misteri dan realitas alam semesta. Mulanya indra melakukan pengamatan suatu fenomena, kemudian akal melakukan analisis, abstraksi, serta mengonstruksi sebuah teori tentang fenomena tersebut. Hasilnya, ilmu pengetahuan yang dianut dan diterima hampir semua orang, termasuk orang beragama yang mempunyai pegangan kitab suci.

Indra merupakan alat canggih untuk mendapatkan informasi tentang benda-benda fisik dari berbagai aspek: bentuk, suara, rasa, raba, dan aroma. Para ahli tidak berselisih tentang pentingnya indra. Meskipun demikian, indra mempunyai keterbatasan yang jelas. Contoh, ujung rel kereta api di tempat jauh terlihat menyatu. Demikian juga bintang-bintang di langit, benda-benda yang berukuran puluhan bahkan ratusan kali lebih besar daripada Bumi ternyata tampak sebagai titik-titik.

Akal melengkapi indra. Akal yang menalar bahwa dua rel terus sejajar, meskipun terlihat menyatu jika dilihat dari tempat jauh. Selain itu, akal mampu menangkap konsep-konsep abstrak yang tidak berdasar pada pengindraan, substansi-substansi dan esensi-esensi yang nonfisik. Akal merupakan kecakapan jiwa khas manusia karena tak satu pun hewan yang memilikinya. Nashir Al-Din Thusi menyatakan bahwa akal merupakan kesempurnaan manusia yang padanya bergantung harkat dan esensi manusia. Lalu, bagaimana Al-Quran memandang akal?

Islam datang bukan untuk menghapus paham-paham atau ajaran-ajaran yang pernah ada sebelumnya. Sebaliknya, Islam hadir untuk meluruskan yang menyimpang dan menyempurnakan yang kurang, termasuk tentang akal dan perannya dalam memahami alam fisik maupun nonfisik. Al-Quran menyebut *aql* sebanyak 49 kali dengan 48 kata dalam bentuk kata kerja sedang/akan atau imperfektum (*fi'il mudhâri'*) dan satu kata kerja lampau (*fi'il mâdhiy*). Tepatnya, *ya'qilûn* يعقلون 22 kali, *ta'qilûn* تعقلون 24 kali, dan *na'qilu* نعقل, *ya'qilu* يعقل, *'aqalû* عقلوا masing-masing 1 kali. Setiap pola mempunyai karakteristik pesan tersendiri.

Pesan ala Dialog Langsung

Ta'qilûn muncul dalam pertanyaan negatif *afalâ ta'qilûn* افلا تعقلون sebanyak 13 plus 1 ayat, harapan dan dorongan agar berpikir *la'allakum ta'qilûn* لعلكم تعقلون 8 kali, dan kondisional *inkuntum ta'qilûn* ان كنتم تعقلون 2 kali. *Ta'qilûn* adalah *fi'il mudhâri'* untuk pihak kedua banyak (kalian). Orang yang sedang membaca Al-Quran dapat dianggap sedang berdialog. Al-Quran sebagai pihak pertama dan pembaca sebagai pihak kedua.

Al-Quran mengingatkan pembacanya melalui redaksional *ta'qilûn*, manusia sering lalai dan tidak mau merenung, manusia sering mementingkan hal remeh dan mengabaikan hal utama. Al-Quran pun mengingatkan, hidup di dunia hanyalah main-main dan senda gurau.

Dan tiadalah kehidupan dunia ini selain dari main-main dan senda gurau semata. Dan sungguh, kampung akhirat itu lebih baik bagi orang-orang yang bertakwa. Maka, tidakkah kamu memahaminya? (QS Al-An'âm [6]: 32)

Dunia dan isinya bisa hadir dengan cepat, tetapi juga bisa lenyap dalam sekejap. Sayangnya, manusia sering lengah sehingga Al-Quran pun perlu mengingatkannya.

Dan apa saja (kekayaan, jabatan, keturunan) yang diberikan kepadamu, maka itu adalah kenikmatan hidup duniawi dan perhiasannya; sedang apa yang di sisi Allah adalah lebih baik dan lebih kekal. Tidakkah kamu mengerti? (QS Al-Qashash [28]: 60)

Dunia bukanlah akhir perjalanan manusia, melainkan akhirat yang kekal. Al-Quran mengingatkan bahwa Allah telah mengutus rasul yang diberi wahyu untuk menjelaskan hal tersebut.

وَمَآ أَرْسَلْنَا مِن قَبْلِكَ إِلَّا رِجَالًا نُّوحِىٓ إِلَيْهِم
مِّنْ أَهْلِ ٱلْقُرَىٰٓ ۗ أَفَلَمْ يَسِيرُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ فَيَنظُرُوا۟
كَيْفَ كَانَ عَٰقِبَةُ ٱلَّذِينَ مِن قَبْلِهِمْ ۗ وَلَدَارُ
ٱلْءَاخِرَةِ خَيْرٌ لِّلَّذِينَ ٱتَّقَوْا۟ ۗ أَفَلَا تَعْقِلُونَ ﴿١٠٩﴾

Dan Kami tidak mengutus sebelummu (Muhammad), melainkan orang laki-laki yang Kami berikan wahyu kepadanya di antara penduduk negeri. Tidakkah mereka bepergian di bumi, lalu melihat bagaimana kesudahan orang-orang sebelum mereka (yang mendustakan rasul). Dan sungguh, negeri akhirat itu lebih baik bagi orang yang bertakwa. Tidakkah kamu mengerti? (QS Yûsuf [12]: 109)

Rasul-rasul itu memberi pengajaran dan peringatan tanpa pamrih, tanpa meminta upah sehingga tidak patut dicurigai dan diabaikan pesannya.

يَٰقَوْمِ لَآ أَسْـَٔلُكُمْ عَلَيْهِ أَجْرًا ۖ إِنْ أَجْرِىَ إِلَّا عَلَى
ٱلَّذِى فَطَرَنِىٓ ۚ أَفَلَا تَعْقِلُونَ ﴿٥١﴾

"Wahai kaumku! Aku tidak meminta imbalan kepadamu atas (seruanku) ini. Imbalanku hanyalah dari Allah yang telah menciptakanku. Tidakkah kamu mengerti?" (QS Hûd [11]: 51)

Al-Quran juga menyampaikan bahwa kitab yang berisi peringatan dan petunjuk bagi manusia untuk mencapai kemuliaan telah diturunkan.

لَقَدْ أَنزَلْنَآ إِلَيْكُمْ كِتَٰبًا فِيهِ ذِكْرُكُمْ ۖ أَفَلَا
تَعْقِلُونَ ﴿١٠﴾

Sungguh, telah Kami turunkan kepadamu sebuah Kitab (Al-Quran) yang di dalamnya terdapat peringatan bagimu. Maka, apakah kamu tidak mengerti? (QS Al-Anbiyâ' [21]: 10)

Al-Quran mengisahkan, alih-alih membaca dan merenungkan isi pesan dari kitab, yang hadir justru kaum yang terus menumpuk harta dan kekayaan duniawi. Sejarah berulang, karenanya Al-Quran perlu mengingatkan.

فَخَلَفَ مِنۢ بَعْدِهِمْ خَلْفٌ وَرِثُوا۟ ٱلْكِتَٰبَ
يَأْخُذُونَ عَرَضَ هَٰذَا ٱلْأَدْنَىٰ وَيَقُولُونَ سَيُغْفَرُ لَنَا
وَإِن يَأْتِهِمْ عَرَضٌ مِّثْلُهُۥ يَأْخُذُوهُ ۚ أَلَمْ يُؤْخَذْ عَلَيْهِم
مِّيثَٰقُ ٱلْكِتَٰبِ أَن لَّا يَقُولُوا۟ عَلَى ٱللَّهِ إِلَّا ٱلْحَقَّ
وَدَرَسُوا۟ مَا فِيهِ ۗ وَٱلدَّارُ ٱلْءَاخِرَةُ خَيْرٌ لِّلَّذِينَ
يَتَّقُونَ ۗ أَفَلَا تَعْقِلُونَ ﴿١٦٩﴾

Maka, setelah mereka, datanglah generasi (yang jahat) yang mewarisi

Taurat, yang mengambil harta benda dunia yang rendah ini. Lalu mereka berkata, "Kami akan diberi ampunan." Dan kelak jika harta benda dunia datang kepada mereka sebanyak itu (pula), niscaya mereka akan mengambilnya (juga). Bukankah mereka sudah terikat perjanjian dalam Kitab (Taurat) bahwa mereka tidak akan mengatakan terhadap Allah, kecuali yang benar, padahal mereka telah mempelajari apa yang tersebut di dalamnya? Negeri akhirat itu lebih baik bagi mereka yang bertakwa. Maka, tidakkah kamu mengerti? (QS Al-A'râf [7]: 169)

Al-Quran juga mengingatkan akan watak dan tabiat manusia yang berbeda-beda sehingga peringatan agak keras pun diberikan.

Katakanlah (Muhammad), "Jika Allah menghendaki, niscaya aku tidak membacakannya kepadamu dan Allah tidak (pula) memberitahukannya kepadamu." Aku telah tinggal bersamamu beberapa lama sebelumnya (sebelum turun Al-Quran). Apakah kamu tidak mengerti? (QS Yûnus [10]: 16)

Manusia sering lalai dalam menjalani kehidupan di dunia ini. Tidak sedikit orang yang menganjurkan kebaikan, sementara dia sendiri tidak melakukannya. Al-Quran tidak abai terhadap perilaku demikian dan mengingatkan mitra dialognya yang biasa melakukan tindakan seperti ini.

Mengapa kamu menyuruh orang lain (mengerjakan) kebajikan, sedangkan kamu melupakan dirimu sendiri, padahal kamu membaca Kitab (Taurat)? Tidakkah kamu mengerti? (QS Al-Baqarah [2]: 44)

Demi keuntungan dan tujuan pragmatis, sering orang memilih bersikap abu-abu bagai tidak mempunyai prinsip yang jelas dan tegas.

وَإِذَا لَقُوا الَّذِينَ آمَنُوا قَالُوا آمَنَّا وَإِذَا خَلَا بَعْضُهُمْ إِلَىٰ بَعْضٍ قَالُوا أَتُحَدِّثُونَهُم بِمَا فَتَحَ اللَّهُ عَلَيْكُمْ لِيُحَاجُّوكُم بِهِ عِندَ رَبِّكُمْ ۚ أَفَلَا تَعْقِلُونَ ﴿٧٦﴾

Dan apabila mereka berjumpa dengan orang-orang yang beriman, mereka berkata, "Kami pun telah beriman." Tetapi apabila mereka kembali kepada sesamanya, mereka bertanya, "Apakah akan kamu ceritakan kepada mereka apa yang telah diterangkan Allah kepadamu, sehingga mereka dapat menyanggah kamu di hadapan Tuhanmu? Tidakkah kamu mengerti?" (QS Al-Baqarah [2]: 76)

Sebagian manusia menyimpang terlalu jauh, kebodohan membuatnya menyembah sesuatu selain Allah. Al-Quran mengingatkan dengan nada sedikit *nyelekit.*

"Celakalah kamu dan apa yang kamu sembah selain Allah. Tidakkah kamu mengerti?" (QS Al-Anbiyâ' [21]: 67)

Manusia senantiasa menemukan peristiwa kematian dan kelahiran, juga mengalami pertukaran siang menjadi malam dan sebaliknya, tetapi sepertinya manusia abai terhadap fenomena-fenomena tersebut sehingga Al-Quran perlu mengingatkan.

Dan Dialah yang menghidupkan dan mematikan, dan Dialah yang (mengatur) pergantian malam dan siang. Tidakkah kamu mengerti? (QS Al-Mu'minûn [23]: 80)

Kebanyakan manusia lalai dan tersesat, Al-Quran pun mengingatkan dengan lebih keras.

وَلَقَدْ أَضَلَّ مِنكُمْ جِبِلًّا كَثِيرًا ۖ أَفَلَمْ تَكُونُوا تَعْقِلُونَ ﴿٦٢﴾

Dan sungguh, ia (setan itu) telah menyesatkan sebagian besar di antara kamu. Maka, apakah kamu tidak mengerti? (QS Yâ' Sîn [36]: 62)

Hidup dan mati, pertukaran siang dan malam bukan sekadar peristiwa mekanis yang rutin. Sayang, manusia sering mengabaikan peristiwa tersebut, bahkan tidak jarang menganggap peristiwa itu dapat berlangsung dengan sendirinya. Atas kelalaian ini, manusia

diajak merenung lebih lanjut atas fenomena malam.

وَبِالَّيْلِ ۗ أَفَلَا تَعْقِلُونَ ﴿١٣٨﴾

Dan dengan waktu malam, apakah kamu tidak memikirkannya? (QS Al-Shâffât [37]: 138)

Pola komunikasi Al-Quran yang lain adalah dengan menggunakan narasi, pola bertutur yang mendorong pembacanya untuk berpikir, *la'allakum ta'qilûn*. Al-Quran mengisahkan peristiwa-peristiwa luar biasa, seperti menghidupkan orang mati agar manusia berpikir tentang kekuatan utama, yakni Allah Swt.

فَقُلْنَا اضْرِبُوهُ بِبَعْضِهَا ۚ كَذَٰلِكَ يُحْيِي اللَّهُ الْمَوْتَىٰ وَيُرِيكُمْ آيَاتِهِ لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٧٣﴾

Lalu Kami berfirman, "Pukullah (mayat) itu dengan bagian dari (sapi) itu!" Demikianlah Allah menghidupkan (orang) yang telah mati, dan Dia memperlihatkan kepadamu tanda-tanda (kekuasaan)-Nya agar kamu mengerti. (QS Al-Baqarah [2]: 73)

Al-Quran menjelaskan etika dalam keluarga, bagaimana berhadapan dengan orangtua maupun anak-anak.

قُلْ تَعَالَوْا أَتْلُ مَا حَرَّمَ رَبُّكُمْ عَلَيْكُمْ ۖ أَلَّا تُشْرِكُوا بِهِ شَيْئًا ۖ وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا ۖ وَلَا تَقْتُلُوا أَوْلَادَكُمْ مِنْ إِمْلَاقٍ ۖ نَحْنُ نَرْزُقُكُمْ وَإِيَّاهُمْ ۖ وَلَا تَقْرَبُوا الْفَوَاحِشَ مَا ظَهَرَ مِنْهَا وَمَا بَطَنَ ۖ وَلَا تَقْتُلُوا النَّفْسَ الَّتِي حَرَّمَ اللَّهُ إِلَّا بِالْحَقِّ ۚ ذَٰلِكُمْ وَصَّاكُمْ بِهِ لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿١٥١﴾

Katakanlah (Muhammad), "Marilah kubacakan apa yang diharamkan Tuhan kepadamu. Jangan mempersekutukan-Nya dengan apa pun, berbuat baik kepada ibu bapak, jangan membunuh anak-anakmu karena miskin. Kamilah yang memberi rezeki kepadamu dan kepada mereka; janganlah kamu mendekati perbuatan keji, baik yang terlihat maupun yang tersembunyi, janganlah kamu membunuh apa yang diharamkan Allah, kecuali dengan alasan yang benar. Demikianlah Dia memerintahkan kepadamu agar kamu mengerti." (QS Al-An'âm [6]: 151)

Etika dengan sesama manusia, termasuk dengan orang buta juga dijelaskan.

لَيْسَ عَلَى الْأَعْمَىٰ حَرَجٌ وَلَا عَلَى الْأَعْرَجِ حَرَجٌ
وَلَا عَلَى الْمَرِيضِ حَرَجٌ وَلَا عَلَىٰ أَنفُسِكُمْ أَن
تَأْكُلُوا مِن بُيُوتِكُمْ أَوْ بُيُوتِ آبَائِكُمْ
أَوْ بُيُوتِ أُمَّهَاتِكُمْ أَوْ بُيُوتِ إِخْوَانِكُمْ أَوْ
بُيُوتِ أَخَوَاتِكُمْ أَوْ بُيُوتِ أَعْمَامِكُمْ
أَوْ بُيُوتِ عَمَّاتِكُمْ أَوْ بُيُوتِ أَخْوَالِكُمْ أَوْ
بُيُوتِ خَالَاتِكُمْ أَوْ مَا مَلَكْتُم مَّفَاتِحَهُ
أَوْ صَدِيقِكُمْ ۚ لَيْسَ عَلَيْكُمْ جُنَاحٌ أَن
تَأْكُلُوا جَمِيعًا أَوْ أَشْتَاتًا ۚ فَإِذَا دَخَلْتُم
بُيُوتًا فَسَلِّمُوا عَلَىٰ أَنفُسِكُمْ تَحِيَّةً مِّنْ عِندِ اللَّهِ
مُبَارَكَةً طَيِّبَةً ۚ كَذَٰلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ
لَكُمُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٦١﴾

Tidak ada halangan bagi orang buta, tidak (pula) bagi orang pincang, tidak (pula) bagi orang sakit, dan tidak (pula) bagi dirimu, makan (bersama-sama mereka) di rumahmu sendiri atau di rumah bapak-bapakmu, di rumah ibu-ibumu, di rumah saudara-saudaramu yang laki-laki, di rumah saudara-saudaramu yang perempuan, di rumah saudara-saudara bapakmu yang laki-laki, di rumah saudara-saudara bapakmu yang perempuan, di rumah saudara-saudara ibumu yang laki-laki, di rumah saudara-saudara ibumu yang perempuan, (di rumah) yang kamu miliki kuncinya, atau (di rumah) kawan-kawanmu. Tidak ada halangan bagimu makan bersama-sama mereka atau sendirian. Maka, apabila kamu memasuki rumah-rumah ini, hendaklah kamu memberi salam (kepada penghuninya, yang berarti memberi salam) kepada dirimu sendiri, dengan salam yang penuh berkah dan baik dari sisi Allah. Demikianlah Allah menjelaskan ayat-ayat(-Nya) bagimu agar kamu memahaminya. (QS Al-Nûr [24]: 61)

Gambar 2 Orang Buta
sumber: designblind.co.uk

Tugas kekhalifahan manusia di Bumi menjadi tidak akan terpenuhi jika manusia tidak memperoleh penjelasan tentang apa yang harus dilakukan dan apa yang harus dihindari. Penjelasan telah disampaikan dalam Al-Quran. Selanjutnya, manusia harus mere-

nungkan dan melaksanakan tugas itu.

كَذَٰلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ آيَاتِهِ لَعَلَّكُمْ
تَعْقِلُونَ ﴿٢٤٢﴾

Demikianlah Allah menerangkan kepadamu ayat-ayat-Nya agar kamu mengerti. (QS Al-Baqarah [2]: 242)

Tanda-tanda itu bisa berupa sesuatu yang dekat dengan manusia. Misal, tanah yang mulanya kering dan gersang, ketika dilalui hujan, banjir, atau lava panas hasil muntahan gunung berapi, akan menjadi subur dan lahan terbaik bagi tumbuh-tumbuhan untuk hidup di atasnya.

اعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ يُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ قَدْ بَيَّنَّا
لَكُمُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿١٧﴾

Ketahuilah bahwa Allah yang menghidupkan bumi sesudah matinya (kering). Sungguh, telah Kami jelaskan kepadamu tanda-tanda (kebesaran Kami) agar kamu memikirkannya. (QS Al-<u>H</u>adîd [57]: 17)

Tanda paling dekat adalah diri kita sendiri. Sejak kita belum ada sampai ada dengan keadaan dan bentuk seperti saat ini, selayaknya direnungkan setiap orang.

هُوَ الَّذِي خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ
عَلَقَةٍ ثُمَّ يُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِتَبْلُغُوا أَشُدَّكُمْ
ثُمَّ لِتَكُونُوا شُيُوخًا ۚ وَمِنكُم مَّن يُتَوَفَّىٰ مِن قَبْلُ ۖ
وَلِتَبْلُغُوا أَجَلًا مُّسَمًّى وَلَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٦٧﴾

Dialah yang menciptakan kamu dari tanah, kemudian dari setetes mani, lalu dari segumpal darah, kemudian kamu dilahirkan sebagai seorang anak, kemudian dibiarkan kamu sampai dewasa, lalu menjadi tua. Tetapi di antara kamu ada yang dimatikan sebelum itu. (Kami perbuat demikian) supaya kamu sampai pada kurun waktu yang ditentukan agar kamu merenungkannya. (QS Al-Mu'min [40]: 67)

Selain isi pesannya, yang perlu kita perhatikan adalah media yang digunakan Al-Quran untuk berkomunikasi dengan kita, yakni bahasa Arab.

إِنَّا أَنزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا لَّعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٢﴾

Sesungguhnya Kami menurunkannya berupa Al-Quran berbahasa Arab agar kamu mengerti. (QS Yûsuf [12]: 2)

إِنَّا جَعَلْنَٰهُ قُرْءَٰنًا عَرَبِيًّا لَّعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٣﴾

Sesungguhnya Kami menjadikan Al-Quran dalam bahasa Arab agar kamu berpikir. (QS Al-Zukhruf [43]: 3)

Kita diminta memahami seluk-beluk bahasa Arab. Pemilihan kata demi kata harus diperhatikan dengan cermat karena setiap pesan mempunyai tujuan tertentu dan tidak main-main atau *trial-error.*

Manusia yang menyangkal Tuhan, sebagaimana Fir'aun, diajak merenungkan arah timur, barat, dan antara keduanya. Hal tersebut berlaku juga untuk semua manusia, jika manusia mau berpikir.

قَالَ رَبُّ ٱلْمَشْرِقِ وَٱلْمَغْرِبِ وَمَا بَيْنَهُمَآ ۖ إِن كُنتُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٢٨﴾

Dia (Musa) berkata, "(Dialah) Tuhan (yang menguasai) timur dan barat dan apa yang ada di antara keduanya, jika kamu mempergunakan akal." (QS Al-Syu'arâ' [26]: 28)

Al-Quran juga memberi arahan dalam memilih teman.

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوا۟ لَا تَتَّخِذُوا۟ بِطَانَةً مِّن دُونِكُمْ لَا يَأْلُونَكُمْ خَبَالًا وَدُّوا۟ مَا عَنِتُّمْ قَدْ بَدَتِ ٱلْبَغْضَآءُ مِنْ أَفْوَٰهِهِمْ وَمَا تُخْفِى صُدُورُهُمْ أَكْبَرُ ۚ قَدْ بَيَّنَّا لَكُمُ ٱلْءَايَٰتِ ۖ إِن كُنتُمْ تَعْقِلُونَ ﴿١١٨﴾

Wahai orang-orang yang beriman! Janganlah kamu menjadikan teman orang-orang yang di luar kalangan (seagama)-mu sebagai teman kepercayaanmu, (karena) mereka tidak henti-hentinya (menimbulkan) kemudaratan bagimu. Mereka mengharapkan kehancuranmu. Sungguh, telah nyata kebencian dari mulut mereka, dan apa yang tersembunyi di hati mereka lebih jahat. Sungguh, telah Kami terangkan kepadamu ayat-ayat (Kami), jika kamu memahaminya. (QS Âli 'Imrân [3]: 118)

Para Pengingkar Kebenaran

Al-Quran juga menggunakan pola ungkapan *ya'qilûn,* bercerita tentang pihak ketiga kepada pembacanya. Pola ini muncul dalam cerita sebanyak 10 kali dengan perincian *ya'qilûn* يعقلون dan *qulûbun ya'qilûn* قلوب يعقلون masing-masing 1 kali serta *qaumun ya'qilûn* قوم يعقلون 8 kali. Cerita dengan unsur menegasi

lâ ya'qilûn لا يعقلون muncul 12 kali dengan 5 istilah berbeda, yaitu *hum lâ ya'qilûn* هم لا يعقلون 5 kali, *alladzîna lâ ya'qilûn* الذين لا يعقلون 3 kali, *qaumun lâ ya'qilûn* قوم لا يعقلون 2 kali, *kânû lâ ya'qilûn* كانولا يعقلون 1 kali, dan dalam kalimat tanya *afalâ ya'qilûn* افلا يعقلون 1 kali.

Ungkapan *lâ ya'qilûn* secara umum menggambarkan kelompok orang yang jahil (bodoh), keras kepala, hanya menuruti maunya sendiri. *Hum lâ ya'qilûn* pertama ditujukan kepada nenek moyang yang sering dijadikan rujukan, meski mereka sebenarnya tidak tahu apa-apa.

وَإِذَا قِيلَ لَهُمُ اتَّبِعُوا مَا أَنْزَلَ اللَّهُ قَالُوا بَلْ نَتَّبِعُ مَا أَلْفَيْنَا عَلَيْهِ آبَاءَنَا ۗ أَوَلَوْ كَانَ آبَاؤُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ شَيْئًا وَلَا يَهْتَدُونَ ﴿١٧٠﴾

Dan apabila dikatakan kepada mereka, "Ikutilah apa yang telah diturunkan Allah," mereka menjawab, "(Tidak!) Kami mengikuti apa yang telah kami dapati dari nenek moyang kami." Padahal, nenek moyang mereka itu tidak mengetahui apa pun, dan tidak mendapat petunjuk. (QS Al-Baqarah [2]: 170)

Orang yang tidak mau berpikir juga dapat dilihat dari perilaku mereka yang kurang etis, seperti sekelompok orang yang memanggil-manggil Nabi Saw. dari luar kamar. Mereka diumpamakan dengan hewan yang tidak mendapat pengajaran, kecuali sekadar seruan, dan termasuk golongan yang suka berdusta.

إِنَّ الَّذِينَ يُنَادُونَكَ مِنْ وَرَاءِ الْحُجُرَاتِ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Sesungguhnya orang-orang yang memanggil kamu (Muhammad) dari luar kamar-(mu), kebanyakan mereka tidak mengerti. (QS Al-Hujurât [49]: 4)

وَمَثَلُ الَّذِينَ كَفَرُوا كَمَثَلِ الَّذِي يَنْعِقُ بِمَا لَا يَسْمَعُ إِلَّا دُعَاءً وَنِدَاءً ۚ صُمٌّ بُكْمٌ عُمْيٌ فَهُمْ لَا يَعْقِلُونَ ﴿١٧١﴾

Dan perumpamaan bagi (penyeru) orang yang kafir adalah seperti (penggembala) yang meneriaki (binatang) yang tidak mendengar selain panggilan dan teriakan. (Mereka) tuli, bisu, dan buta, maka mereka tidak mengerti. (QS Al-Baqarah [2]: 171)

مَا جَعَلَ اللّٰهُ مِنْ بَحِيْرَةٍ وَّلَا سَاۤىِٕبَةٍ وَّلَا وَصِيْلَةٍ وَّلَا
حَامٍ ۙ وَّلٰكِنَّ الَّذِيْنَ كَفَرُوْا يَفْتَرُوْنَ عَلَى اللّٰهِ الْكَذِبَ ۗ
وَاَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُوْنَ ﴿١٠٣﴾

Allah tidak pernah mensyariatkan adanya Bahîrah, Sâ'ibah, Washîlah, *dan* Hâm. *Tetapi orang-orang kafir membuat-buat kedustaan terhadap Allah, dan kebanyakan mereka tidak mengerti.* (QS Al-Mâ'idah [5]: 103)

Kadang orang-orang tersebut mendengar kebaikan, bahkan dapat berbicara yang baik, tetapi tidak mengerti apa yang diucapkannya.

وَلَىِٕنْ سَاَلْتَهُمْ مَّنْ نَّزَّلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً فَاَحْيَا بِهِ
الْاَرْضَ مِنْ ۢ بَعْدِ مَوْتِهَا لَيَقُوْلُنَّ اللّٰهُ ۗ قُلِ الْحَمْدُ
لِلّٰهِ ۗ بَلْ اَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُوْنَ ﴿٦٣﴾

Dan jika kamu bertanya kepada mereka, "Siapakah yang menurunkan air dari langit, lalu dengan (air) itu dihidupkan bumi sesudah mati?" Pasti mereka akan menjawab, "Allah." Katakanlah, "Segala puji bagi Allah," tetapi kebanyakan mereka tidak mengerti. (QS Al-'Ankabût [29]: 63)

Mereka disebut kaum yang tidak berpikir, *qaumun lâ ya'qilûn.* Kaum ini suka mengejek ajakan untuk bersembahyang. Meskipun berkelompok, hati mereka tercerai-berai.

وَاِذَا نَادَيْتُمْ اِلَى الصَّلٰوةِ اتَّخَذُوْهَا هُزُوًا وَّلَعِبًا ۗ ذٰلِكَ
بِاَنَّهُمْ قَوْمٌ لَّا يَعْقِلُوْنَ ﴿٥٨﴾

Dan apabila kamu menyeru (mereka) untuk (melaksanakan) shalat, mereka menjadikannya bahan ejekan dan permainan. Yang demikian itu adalah karena mereka orang-orang yang tidak mengerti. (QS Al-Mâ'idah [5]: 58)

لَا يُقَاتِلُوْنَكُمْ جَمِيْعًا اِلَّا فِيْ قُرًى مُّحَصَّنَةٍ اَوْ مِنْ
وَّرَاۤءِ جُدُرٍ ۗ بَأْسُهُمْ بَيْنَهُمْ شَدِيْدٌ ۗ تَحْسَبُهُمْ جَمِيْعًا
وَّقُلُوْبُهُمْ شَتّٰى ۗ ذٰلِكَ بِاَنَّهُمْ قَوْمٌ لَّا يَعْقِلُوْنَ ﴿١٤﴾

Mereka tidak akan memerangi kamu (secara) bersama-sama, kecuali di negeri-negeri yang berbenteng atau di balik tembok. Permusuhan antara sesama mereka sangat hebat. Kamu kira mereka itu bersatu, padahal hati mereka terpecah belah. Yang demikian itu karena mereka orang-orang yang tidak mengerti. (QS Al-Hasyr [59]: 14)

وَمِنْهُمْ مَنْ يَسْتَمِعُونَ إِلَيْكَ ۚ أَفَأَنْتَ تُسْمِعُ الصُّمَّ وَلَوْ كَانُوا لَا يَعْقِلُونَ ﴿٤٢﴾

Dan di antara mereka ada orang yang mendengarkanmu (Muhammad). Tetapi apakah engkau dapat menjadikan orang yang tuli itu mendengar, walaupun mereka tidak mengerti? (QS Yûnus [10]: 42)

Orang-orang jahil ini panjang angan dan ingin hidup lebih lama di dunia. Padahal, orang yang dipanjangkan umurnya berarti kembali menjadi lemah, sebagaimana saat mereka bayi. Namun, sayang, mereka tidak pernah memikirkan hal itu.

وَمَنْ نُعَمِّرْهُ نُنَكِّسْهُ فِي الْخَلْقِ ۖ أَفَلَا يَعْقِلُونَ ﴿٦٨﴾

Dan barang siapa Kami panjangkan umurnya, niscaya Kami kembalikan dia pada awal kejadian-(nya). Maka, mengapa mereka tidak mengerti? (QS Yâ' Sîn [36]: 68)

Dan orang-orang yang tidak mau berpikir ini, *alladzîna lâ ya'qilûn*, dilabeli sebagai makhluk terburuk di sisi Allah. Mereka tidak mau mendengar dan abai bagai hewan ternak.

إِنَّ شَرَّ الدَّوَابِّ عِنْدَ اللَّهِ الصُّمُّ الْبُكْمُ الَّذِينَ لَا يَعْقِلُونَ ﴿٢٢﴾

Sesungguhnya makhluk bergerak yang bernyawa yang paling buruk dalam pandangan Allah ialah mereka yang tuli dan bisu (tidak mendengar dan memahami kebenaran), yaitu orang-orang yang tidak mengerti. (QS Al-Anfâl [8]: 22)

أَمْ تَحْسَبُ أَنَّ أَكْثَرَهُمْ يَسْمَعُونَ أَوْ يَعْقِلُونَ ۚ إِنْ هُمْ إِلَّا كَالْأَنْعَامِ ۖ بَلْ هُمْ أَضَلُّ سَبِيلًا ﴿٤٤﴾

Atau apakah kamu mengira bahwa kebanyakan mereka itu mendengar atau memahami? Mereka itu hanyalah seperti binatang ternak, bahkan lebih sesat jalannya. (QS Al-Furqân [25]: 44)

Allah sangat murka kepada orang-orang jahil yang tidak mau berpikir ini.

وَمَا كَانَ لِنَفْسٍ أَنْ تُؤْمِنَ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ ۚ وَيَجْعَلُ الرِّجْسَ عَلَى الَّذِينَ لَا يَعْقِلُونَ ﴿١٠٠﴾

Dan tidak seorang pun akan beriman, kecuali dengan izin Allah dan Allah menimpakan azab kepada

orang yang tidak mengerti. (QS Yûnus [10]: 100)

Akhirnya, hati mereka pun dikunci dari kebenaran.

Demikianlah Allah mengunci hati orang-orang yang tidak (mau) memahami. (QS Al-Rûm [30]: 59)

Para Perenung Alam Semesta

Orang-orang yang enggan berpikir disebut dalam beberapa istilah. Sebaliknya, orang-orang yang berpikir disebut hanya dengan satu istilah *qaumun ya'qilûn*, kaum atau sekelompok orang yang berpikir dan suka merenung.

أَفَلَمْ يَسِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَتَكُونَ لَهُمْ قُلُوبٌ يَعْقِلُونَ بِهَا أَوْ آذَانٌ يَسْمَعُونَ بِهَا ۖ فَإِنَّهَا لَا تَعْمَى الْأَبْصَارُ وَلَٰكِن تَعْمَى الْقُلُوبُ الَّتِي فِي الصُّدُورِ ﴿٤٦﴾

Maka tidak pernahkah mereka berjalan di bumi sehingga hati (akal) mereka dapat memahami, telinga mereka dapat mendengar? Sebenarnya bukan mata itu yang buta, tetapi yang buta ialah hati yang di dalam dada. (QS Al-Hajj [22]: 46)

Kaum yang suka berpikir akan memperhatikan apa saja tatkala melakukan perjalanan di muka Bumi, termasuk memperhatikan dirinya sendiri, untuk memperoleh aneka pelajaran.

ضَرَبَ لَكُم مَّثَلًا مِّنْ أَنفُسِكُمْ ۖ هَل لَّكُم مِّن مَّا مَلَكَتْ أَيْمَانُكُم مِّن شُرَكَاءَ فِي مَا رَزَقْنَاكُمْ فَأَنتُمْ فِيهِ سَوَاءٌ تَخَافُونَهُمْ كَخِيفَتِكُمْ أَنفُسَكُمْ ۚ كَذَٰلِكَ نُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٢٨﴾

Dia membuat perumpamaan untuk kamu dari dirimu sendiri. Apakah (kamu rela jika) ada di antara hamba sahaya yang kamu miliki menjadi sekutu bagimu dalam (memiliki) rezeki yang telah Kami berikan kepadamu, sehingga kamu menjadi setara dengan mereka dalam hal ini, lalu kamu takut kepada mereka sebagaimana kamu takut kepada sesamamu. Demikianlah Kami jelaskan ayat-ayat itu bagi kaum yang berpikir. (QS Al-Rûm [30]: 28)

Kaum yang berpikir ini merenungkan kejadian langit dan Bumi, tergelitik pada kapal laut yang berlayar yang mengangkut barang-barang berat dan beragam hewan.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَٰوَٰتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ
وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا
يَنفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِن مَّاءٍ
فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ
دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ
بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang berguna bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi sesudah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya segala jenis hewan, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir. (QS Al-Baqarah [2]: 164)

Bagian-bagian yang berdampingan di Bumi dan pohon bercabang serta yang tidak bercabang mendapat perhatian dan dipikirkan juga.

وَفِي الْأَرْضِ قِطَعٌ مُّتَجَٰوِرَٰتٌ وَجَنَّٰتٌ مِّنْ
أَعْنَٰبٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ
يُسْقَىٰ بِمَاءٍ وَٰحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ
فِي الْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَٰتٍ لِّقَوْمٍ
يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Dan di bumi terdapat bagian-bagian yang berdampingan, kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman, pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama, tetapi Kami melebihkan tanaman yang satu dari yang lainnya dalam hal rasanya. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti. (QS Al-Ra'd [13]: 4)

Pohon dan buah kurma serta anggur yang dapat dijadikan minuman tidak lepas dari perhatian kaum yang suka berpikir.

وَمِن ثَمَرَٰتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَٰبِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ
سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ
يَعْقِلُونَ ﴿٦٧﴾

Gambar 3 Buah Anggur
sumber: agrilands.net

Dan dari buah kurma dan anggur, kamu membuat minuman yang memabukkan dan rezeki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang mengerti. (QS Al-Nahl [16]: 67)

Pergantian siang dan malam serta orientasi arah angin yang disebabkannya mengusik kaum pemikir ini.

وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَمَآ اَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَآءِ مِنْ رِّزْقٍ فَاَحْيَا بِهِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَتَصْرِيْفِ الرِّيٰحِ اٰيٰتٌ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ ﴿٥﴾

Dan pada pergantian malam dan siang, dan hujan yang diturunkan Allah dari langit, lalu dengan (air hujan) itu dihidupkan-Nya bumi sesudah mati (kering); dan pada perkisaran angin terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti. (QS Al-Jâtsiyah [45]: 5)

Kilat dan hujan tidak luput dari perhatian kaum yang suka merenung.

وَمِنْ اٰيٰتِهٖ يُرِيْكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَّطَمَعًا وَّيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَآءِ مَآءً فَيُحْيٖ بِهِ الْاَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۗاِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُوْنَ ﴿٢٤﴾

Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya, Dia memperlihatkan kilat kepadamu untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dengan air itu dihidupkan-Nya bumi sesudah mati (kering). Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti. (QS Al-Rûm [30]: 24)

Benda-benda langit seperti Matahari yang menyinari Bumi pada siang hari serta Bulan dan bintang yang muncul pada malam hari juga mengusik hati kaum yang berpikir.

Dan Dia menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan untukmu, dan bintang-bintang dikendalikan dengan perintah-Nya. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir. (QS Al-Nahl [16]: 12)

Gambar 4 Kilat
sumber: images-photography-pictures.net

Singkat kata, aneka fenomena yang terjadi di Bumi, di langit, dan di antara keduanya cukup menyita perhatian kaum yang suka berpikir.

وَلَقَد تَّرَكْنَا مِنْهَآ ءَايَةًۢ بَيِّنَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ٣٥

Dan sungguh, tentang itu telah Kami tinggalkan suatu tanda tanya bagi orang yang mengerti. (QS Al-'Ankabût [29]: 35)

Banyak pelajaran bisa didapat melalui perumpamaan-perumpamaan, andai manusia memahami, *ya'qilu*.

وَتِلْكَ ٱلْأَمْثَٰلُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ ۖ وَمَا يَعْقِلُهَآ إِلَّا ٱلْعَٰلِمُونَ ٤٣

Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia; dan tiada yang memahaminya, kecuali orang-orang yang berilmu. (QS Al-'Ankabût [29]: 43)

Al-Quran menceritakan orang-orang yang memahami, *'aqalû*, tetapi menyimpang sehingga tidak layak diikuti.

أَفَتَطْمَعُونَ أَن يُؤْمِنُوا۟ لَكُمْ وَقَدْ كَانَ فَرِيقٌ مِّنْهُمْ يَسْمَعُونَ كَلَٰمَ ٱللَّهِ ثُمَّ يُحَرِّفُونَهُۥ مِنۢ بَعْدِ مَا عَقَلُوهُ وَهُمْ يَعْلَمُونَ ٧٥

Maka, apakah kamu (muslimin) sangat mengharapkan mereka akan percaya kepadamu, sedangkan segolongan dari mereka mendengar firman Allah, lalu mereka mengubahnya setelah mereka memahaminya, padahal mereka mengetahuinya? (QS Al-Baqarah [2]: 75)

Orang-orang yang tidak berpikir ataupun berpikir tetapi menyimpang, kelak mereka menyesali diri karena dimasukkan ke api neraka yang menyala-nyala.

Dan mereka berkata, "Sekiranya kami mendengarkan atau memikirkan (peringatan itu), niscaya tidaklah kami termasuk penghuni-penghuni neraka yang menyala-nyala." (QS Al-Mulk [67]: 10)

Fikr Padanan *Aql*

Selain *aql*, terdapat ungkapan lain, *fakara*, yang muncul sebanyak 15 kali dengan bentuk *fi'il mudhâri'* 14 kali dan 1 kali dalam *fi'il mâdhiy*. *Fakara* tidak muncul dalam bentuk asli, melainkan dalam bentuk turunan empat huruf *fakkara* فكر,

yaitu *yatafakkarûn* يتفكرون 11 kali, *tatafakkarûn* تتفكرون 3 kali, dan *tafakkara* تفكر itu sendiri.

Berbeda antara dialog menggunakan redaksi *aql*, dialog langsung dengan redaksi *tafakkarûn* hanya 3 kali dan tuturan *yatafakkarûn* yang muncul lebih banyak, yaitu 11 kali. Dialog langsung lebih sedikit dibandingkan dengan komunikasi bertutur tentang pihak ketiga. Dalam dialog langsung ini disampaikan tentang hukum minuman keras khamar (QS Al-Baqarah [2]: 219), persiapan untuk hari tua (QS Al-Baqarah [2]: 266), dan penegasan bahwa orang buta dan orang yang dapat melihat tidaklah sama (QS Al-An'âm [6]: 50). Sama seperti muatan pesan *ta'qilûn* yang berlaku untuk semua orang.

Informasi dorongan agar masyarakat terdahulu berpikir, *la'allahum yatafakkarûn* لعلهم يتفكرون muncul 3 kali. Perkara yang dianjurkan menjadi bahan pikiran adalah kecenderungan nafsu dan hidup duniawi yang diibaratkan dengan anjing yang menjulurkan lidah (QS Al-A'râf [7]: 176). Manusia diberi petunjuk melalui kitab-kitab suci (QS Al-Na<u>h</u>l [16]: 44) dan rahasia sangat besar itu berada dalam Al-Quran (QS Al-<u>H</u>asyr [59]: 21).

Kaum yang berpikir, selain diungkapkan dengan istilah *qaumun ya'qilûn*, juga dengan istilah *qaumun yatafakkarûn* قوم يتفكرون dengan pengertian yang sama, yakni perenung fenomena alam, ilmuwan eksakta. Fenomena yang diamati dan dipikirkan, seperti air hujan yang menyuburkan dan tumbuhan yang terserang hama (QS Yûnus [10]: 24), air hujan yang menumbuhkan zaitun, kurma, dan anggur (QS Al-Na<u>h</u>l [16]: 11). Khasiat madu menjadi bahan perhatian (QS Al-Na<u>h</u>l [16]: 69), juga buah yang berpasangan, Bumi yang terbentang, gunung, dan sungai (QS Al-Ra'd [13]: 3). Pada dasarnya, objek di langit dan di Bumi mengikuti kaidah yang dapat dipahami oleh mereka yang mau memikirkannya (QS Al-Jâtsiyah [45]: 13).

Perbedaannya, dibandingkan dengan *qaumun ya'qilûn, qaumun yatafakkarûn* juga untuk perenungan fenomena nonfisik, yakni jiwa. *Pertama*, jiwa yang mengikat pernikahan (QS Al-Nûr [30]: 21). *Kedua*, jiwa orang mati, tidur, dan hidup bebas (QS Al-Zumar [39]: 42).

Menariknya, Al-Quran menyandingkan kata *yadzkurûn* يذكرون (berzikir) dengan *yatafakkarûn* (berpikir). Orang-orang yang berzikir mengingat Allah sesungguhnya sekaligus merenungkan ciptaan-ciptaan Allah Swt.

ٱلَّذِينَ يَذْكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَٰمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِى خَلْقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَٰذَا بَٰطِلًا سُبْحَٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ ٱلنَّارِ ﴿١٩١﴾

(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan semua ini dengan sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungi kami dari azab neraka." (QS Âli 'Imrân [3]: 191)

Tuhan dan alam, Sang Pencipta dan yang diciptakan, menjadi satu paket renungan yang menuntun pada kepasrahan sang perenung. Tuhan dan alam mempunyai kaitan yang erat, tidak dapat dipikirkan secara terpisah. Terakhir, Allah telah memikirkan dan membuat ketetapan atas semua ciptaan-Nya, termasuk manusia (QS Al-Muddatstsir [74]: 18). Tidak ada yang luput dari perhatian-Nya.

Dari pola dialog antara Al-Quran dan para pembacanya dapat diperoleh gambaran berikut. Setiap orang yang diberi pesan hendaknya mempunyai pemahaman moral dan mewujudkannya dalam interaksi antarmanusia. Kita juga diperintahkan untuk merenungkan diri sendiri, mulai dari asal-usul, proses kejadian, sampai akhir perjalanan hidup kita. Ahli hikmah menyatakan:

مَنْ عَرَفَ نَفْسَهُ عَرَفَ رَبَّهُ

"Barang siapa mengenal dirinya, ia mengenal Tuhannya."

Al-Quran tidak meminta setiap pembacanya untuk memperhatikan semua fenomena alam, kecuali dua, yaitu pergantian siang-malam dan waktu malam itu sendiri. Kedua fenomena ini merupakan fenomena rutin yang dialami semua orang. Akibatnya, peristiwa ini berlalu begitu saja tanpa kesan, tanpa renungan di balik kejadian tersebut.

Al-Quran menyadari kemampuan pembacanya yang berbeda-

beda. Oleh karena itu, tidak semua hal wajib direnungkan. Fenomena seperti kapal ribuan ton dapat berjalan di air tanpa tenggelam, hujan yang diiringi sambaran kilat, gerak angin yang mampu mendorong perahu melaut, serta angin yang mampu membawa putik tanaman, pohon yang bercabang dan tanpa cabang, dan lainnya hanya dipelajari oleh komunitas tertentu yang mempunyai kekuatan akal lebih, *qaumun ya'qilûn*.

Para pemikir sejak trio Thales, Anaximandros, dan Anaximenes dari Malta, pemikir mistis dari Pulau Samos, Pythagoras, sampai Archimedes dan Ptolemaeus di Alexandria dapat dipandang sebagai *qaumun ya'qilûn* karena mereka memikirkan fenomena alam. Gagasan geosentris Ptolemaeus bahkan diteguhkan oleh sebagian ulama Islam seperti Syaikh Abdullah ibn Muhammad Al-Duwais, ahli hadis dari Arab Saudi. Al-Duwais menuliskan pandangan geosentris dalam bukunya, *Koreksi Tafsir fî Zhilalil Qur'an,* dengan dalil-dalil nash. Ptolemaeus dan perenung sebelumnya seperti mewakili tokoh *Hayy Ibn Yaqzan* karya Abu Bakar ibn Thufail.

Di sisi lain, Al-Quran menyatakan bahwa ia diturunkan dalam bahasa Arab sehingga mendorong orang yang membacanya untuk mempelajari bahasa Arab. Kaidah bahasa Arab seharusnya dipahami setiap Muslim. Bagi pemikir Muslim, bahasa Arab dapat menjadi petunjuk untuk memahami alam karena Al-Quran adalah bagian dari epistemologi sains Islam, sebagai sumber inspirasi.[]

Al-Quran dan Alam

Al-Quran memuat 1.108 ayat yang mengandung kata bagian dari alam, seperti air, awan, besi, bintang, burung, cahaya, darah, emas, jahe, kapal, kilat, langit, dan zarrah. Jika kita perhatikan dengan lebih saksama, ayat-ayat tersebut secara tegas menuntun pada konstruksi ilmu alam dan ilmu-ilmu lainnya. Dua ayat yang memuat kata langit السماء- السموات dan Bumi الارض berikut dapat dijadikan contoh.

Pertama,

Milik-Nyalah apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi. Dan Dialah Yang Mahaagung, Mahabesar. (QS Al-Syûrâ [42]: 4)

Informasi yang diberikan ayat ini bersifat umum dan tidak secara langsung menuntun pada konsep khusus tentang Bumi dan langit, meskipun memuat kedua kata tersebut. Dalam pandangan dunia tauhid, realitas terdiri dari dua, yaitu *khâliq* خالق dan *makhlûq* مخلوق, pencipta dan ciptaan. Pencipta hanya satu, Allah Swt. Selain Allah, lainnya adalah makhluk ciptaan. Ciptaan ada yang bersifat materi dan nonmateri; yang bersifat material adalah langit, Bumi, dan isinya.

Kedua,

Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya ialah berdirinya langit dan bumi dengan kehendak-Nya. (QS Al-Rûm [30]: 25)

Ayat ini berbicara dengan spesifik, langit dan Bumi berdiri tegak karena kehendak-Nya. Bagaimana, kapan, berapa lama Allah berkehendak menciptakan langit dan Bumi? Jawaban atas pertanyaan ini dapat membawa kita pada teori penciptaan jagat raya.

Ada juga ayat yang bercerita tentang keadaan setelah Kiamat yang juga dikelompokkan sebagai ayat-ayat (alam) semesta.

Contoh:

Dan di sana mereka diberi segelas minuman bercampur jahe. (QS Al-Insân [76]: 17)

Ayat ini memberi informasi suatu hal yang masih gaib, surga. Penghuni surga akan diberi minuman yang dicampur dengan tanaman yang banyak ditemukan di Bumi, yaitu *zanjabîlâ* زنجبيلا (jahe). Mengapa bukan kopi, teh, atau kelapa muda? Jawaban atas pertanyaan ini juga akan membawa kita pada sains tentang tanaman, khususnya jahe.

Setelah evaluasi sampai tujuh kali, akhirnya diperoleh 800 ayat tentang fenomena dan bagian dari alam semesta. Ayat yang pertama diberi tanda bintang (*) berarti tidak (secara langsung) memuat informasi tentang bangunan sains. Ayat-ayat tersebut diklasifikasi berdasarkan nama dalam bahasa Indonesia dan huruf Latin, dimulai dari air sampai dengan zarrah.

Air

mata ~ dari batu terbelah, QS Al-Baqarah (2): 74; Al-A'râf (7): 160

dari langit, QS Al-Baqarah (2): 164; Al-Furqân (25): 48; Luqmân (31): 10

dari langit dan menghidupkan Bumi, QS Al-Baqarah (2): 164; Al-'Ankabût (29): 63; Al-Zukhruf (43): 11

bah setinggi gunung, QS Hûd (11): 43

Alam

Anggur

Angin

Angka (Bilangan)

Anjing

Api

Bawang

Bayangan

Bencana

Benda

Besi

Biji

Bintang

Buah

Bukit

Bulan

Bumi

Bumi dan Langit

Burung

Cahaya

Cipta

Dada

Darah

Darat

Daun

Gelombang

Gempa

Gua

Gunung

Hidup

Hujan

Ikan

Jahe

Jiwa

Kabut

Kaca

Langit dan Bumi

Laut

Lebah

Lemak

Lubang

Makhluk

Malam

Malam dan Siang

Mani

Manusia

Mata

Matahari

Sungai

Susu

Tahu

Tanah

Tanaman

Telinga

Tembaga

Timur

Tubuh dan Anggotanya

Wajah (Rupa)

Waktu

Wanita

Zaitun

Zarrah

Pola Informasi Al-Quran

Informasi Al-Quran tentang alam dapat diklasifikasi menjadi dua kelompok besar. *Pertama*, informasi langsung secara tekstual sehingga tidak memerlukan penafsiran atau pemahaman lebih lanjut. Perhatikan ayat berikut.

"Kemudian makanlah dari segala (macam) buah-buahan, lalu tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu)." Dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir. (QS Al-Nahl [16]: 69)

Ayat ini memuat informasi yang sangat jelas, yakni minuman yang keluar dari perut lebah yang tidak lain adalah madu, dapat berfungsi sebagai obat. Madu sebagai obat sudah jelas, tanpa memerlukan penafsiran lebih lanjut, meski mungkin perlu diteliti penyakit apa saja yang dapat disembuhkan atau dicegah oleh madu. *Kedua*, informasi secara implisit dan memerlukan penafsiran lebih jauh atas redaksional ayat tersebut. Perhatikan ayat berikut.

Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah seekor semut, "Wahai semut-semut, masuklah ke sarang-sarangmu, agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari." (QS Al-Naml [27]: 18)

Terjemahan tersebut adalah terjemahan umum yang dapat kita temukan di semua terjemahan Al-Quran dalam bahasa Indonesia. Namun, kajian lebih lanjut atas kata demi kata pada ayat juga menuntun pada pemahaman tentang ratu semut sebagai pemimpin komunitas semut yang nanti akan dibahas lebih terperinci.

Perhatikan juga ayat tentang gunung-gunung berikut ini.

Dan engkau akan melihat gunung-gunung yang engkau kira tetap di tempatnya, padahal ia berjalan (seperti) awan berjalan. (Itulah) ciptaan Allah yang mencipta dengan sempurna segala sesuatu. Sungguh, Dia Mahateliti apa yang kamu kerjakan. (QS Al-Naml [27]: 88)

Ayat ini secara eksplisit memberi informasi tentang gunung, tetapi telaah lebih lanjut pada bab mendatang, juga memberi informasi tentang Bumi, tepatnya bagaimana Bumi melayang di ruang angkasa luas.

Dari ketiga contoh ayat tadi diperoleh simpulan yang menarik. *Pertama*, informasi tentang objek langsung disampaikan sehingga mudah dipahami tanpa penjelasan lebih lanjut dalam ayat tersebut atau ayat lainnya. Lebah mempunyai tubuh yang dapat diamati dengan mudah tanpa alat bantu.

Kedua, informasi disampaikan dengan tidak langsung dan memerlukan analisis lebih lanjut, baik pada level bahasa maupun fenomena yang terkait diberikan kepada objek, baik yang berukuran ekstrem kecil maupun ekstrem besar. Semut merupakan hewan yang berukuran sangat kecil sehingga sulit diketahui jenis kelaminnya dengan mata telanjang. Demikian pula Bumi, ukurannya jauh lebih besar dibandingkan dengan ukuran manusia dan sulit menentukan dinamikanya karena manusia yang sangat kecil hanya berada di permukaannya. Kemampuan manusia

tidak dapat diandalkan untuk memahami sifat-sifat objek ekstrem kecil maupun ekstrem besar ini, dan Kitab Suci memberi informasi dengan caranya yang khas melalui permainan bahasa yang cantik.[]

Bahasa Arab

Al-Quran hadir dan berdialog dengan kita menggunakan bahasa Arab. Ketika Al-Quran diturunkan, berbagai bahasa telah dipergunakan di dunia, sebut saja bahasa Latin, Persia, Cina, dan India yang sekaligus merupakan bahasa peradaban saat itu. Bahwa kemudian bahasa Arab dipilih menjadi bahasa Al-Quran, bukan semata karena kewenangan absolut Sang Khalik. Terdapat sejumlah alasan atas pilihan ini.

Dalam Al-Quran sendiri dibicarakan bagaimana bahasa Arab sebagai bahasa Al-Quran. Ada 10 ayat yang menggunakan kata Arab, 6 dengan redaksi *qur'anan 'arabiyyan* قرأنا عربيا, 3 *lisânun 'arabiyyun* لسان عربي, dan 1 *hukman 'arabiyyan* حكما عربيا. Dari 10 ayat tersebut, hanya 1 yang berkisah tentang sebab-sebab turunnya.

Dan sesungguhnya Kami mengetahui bahwa mereka berkata, "Sesungguhnya Al-Quran itu hanya diajarkan oleh seorang manusia kepadanya (Muhammad)." Bahasa orang yang mereka tuduhkan (bahwa Muhammad belajar) kepadanya adalah bahasa 'Ajam, *padahal ini (Al-Quran) adalah dalam bahasa Arab yang jelas.* (QS Al-Nahl [16]: 103)

Dalam satu riwayat diceritakan bahwa Rasulullah Saw. mengajar seorang *'âbid*[1] Romawi bernama Bal'am di Makkah yang tidak dapat berbahasa Arab dengan fasih. Ketika orang-orang musyrik melihat

1 pelayan

Rasulullah Saw. sering keluar-masuk rumah Bal'am, mereka berkata, "Tentu Bal'am mengajarinya." Allah menurunkan ayat ini sebagai bantahan terhadap tuduhan kaum musyrikin tersebut.

Dalam riwayat lain disebutkan, Abdullah ibn Muslim Al-Hadhrami mempunyai dua orang *âbid*, Yasar dan Jabr, orang Sisilia. Keduanya suka membaca dan mengajarkan ilmunya. Rasulullah Saw. sering melewati tempat mereka dan mendengar mereka membaca. Orang-orang musyrik berkata, "Muhammad belajar dari kedua orang itu." Ayat ini turun sebagai bantahan atas tuduhan orang-orang musyrik tersebut.

Para *'âbid* tidak dapat berbahasa Arab dengan fasih, sementara Al-Quran disampaikan dalam bahasa Arab. Jelas, tuduhan bahwa Rasulullah Saw. belajar kepada mereka untuk mengarang Al-Quran merupakan tuduhan yang mengada-ada, tidak berdasar. Penegasan kata *'arabiy* diberikan sebagai bantahan.

Sebagai informasi, spesifik kata *'arabiy* juga perlu dieksplisitkan.

(Yaitu) Al-Quran dalam bahasa Arab, tidak ada kebengkokan (di dalamnya) supaya mereka bertakwa. (QS Al-Zumar [39]: 28)

Ayat ini merupakan penjelasan dan penegasan bagi ayat sebelumnya yang hanya menggunakan kata Al-Quran. Ditegaskan bahwa ungkapan Al-Quran dalam bahasa Arab. Penjelasan lebih lanjut juga dapat diperoleh pada ayat berikut.

Kitab yang ayat-ayatnya dijelaskan, bacaan dalam bahasa Arab, untuk kaum yang mengetahui. (QS Fushshilat [41]: 3)

Karena memang Rasulullah Saw. adalah orang Quraisy yang kesehariannya berkomunikasi dengan bahasa Arab.

Dengan bahasa Arab yang jelas. (QS Al-Syu'arâ' [26]: 195)

Al-Quran mempunyai misi menjadi pembeda dari kitab-kitab sebelumnya.

Dan demikianlah Kami telah menurunkan (Al-Quran) sebagai peraturan (yang benar) dalam bahasa Arab. Sekiranya engkau mengikuti keinginan mereka setelah datang pengetahuan kepadamu, maka tidak ada yang melindungi dan menolong engkau dari (siksaan) Allah. (QS Al-Ra'd [13]: 37)

Pada ayat sebelumnya, QS Al-Ra'd (13): 36, disebutkan bahwa orang-orang yang telah diberi kitab, bergembira atas kitab yang diturunkan kepada Nabi Muhammad Saw. Dengan eksplisit disebutkan, Al-Quran berbeda dengan kitab yang diturunkan kepada Nabi Musa a.s.

وَمِنْ قَبْلِهِۦ كِتَٰبُ مُوسَىٰٓ إِمَامًا وَرَحْمَةً ۚ وَهَٰذَا كِتَٰبٌ مُّصَدِّقٌ لِّسَانًا عَرَبِيًّا لِّيُنذِرَ ٱلَّذِينَ ظَلَمُوا۟ وَبُشْرَىٰ لِلْمُحْسِنِينَ ١٢

Dan sebelum (Al-Quran) itu telah ada Kitab Musa sebagai petunjuk dan rahmat. Dan (Al-Quran) ini adalah Kitab yang membenarkannya dalam bahasa Arab untuk memberi peringatan kepada orang-orang yang zalim dan memberi kabar gembira kepada orang-orang yang berbuat baik. (QS Al-Ahqâf [46]: 12)

Pada dua ayat berikut, kata '*arabiy* bukan untuk menegaskan ayat sebelumnya.

Dan demikianlah Kami menurunkan Al-Quran dalam bahasa Arab, dan Kami telah menjelaskan ber-

ulang-ulang di dalamnya sebagian dari ancaman, agar mereka bertakwa, atau (agar) Al-Quran itu memberi pengajaran kepada mereka. (QS Thâ' Hâ' [20]: 113)

وَكَذٰلِكَ اَوْحَيْنَآ اِلَيْكَ قُرْاٰنًا عَرَبِيًّا لِّتُنْذِرَ اُمَّ الْقُرٰى وَمَنْ حَوْلَهَا وَتُنْذِرَ يَوْمَ الْجَمْعِ لَا رَيْبَ فِيْهِ ۗفَرِيْقٌ فِى الْجَنَّةِ وَفَرِيْقٌ فِى السَّعِيْرِ ﴿٧﴾

Dan demikianlah Kami wahyukan Al-Quran kepadamu dalam bahasa Arab, agar engkau memberi peringatan kepada penduduk ibu kota (Makkah) dan penduduk (negeri-negeri) di sekelilingnya serta memberi peringatan tentang Hari Berkumpul (Kiamat) yang tidak ada keraguan adanya. Segolongan masuk surga dan segolongan masuk neraka. (QS Al-Syûrâ [42]: 7)

Qur'anan 'arabiyyan suatu ketika diganti oleh *isim ma'rifat* dengan tambahan *lâm ta'rîf Al-Qur'ana* dengan makna yang sama, yaitu Al-Quran yang berbahasa Arab dan diturunkan kepada Nabi Saw.

وَكَذٰلِكَ اَنْزَلْنٰهُ قُرْاٰنًا عَرَبِيًّا

Dan demikianlah Kami menurunkan Al-Quran dalam bahasa Arab.

وَكَذٰلِكَ اَوْحَيْنَآ اِلَيْكَ قُرْاٰنًا عَرَبِيًّا

Demikianlah Kami wahyukan Al-Quran kepadamu dalam bahasa Arab.

Namun, kata Al-Quran sendiri tanpa keterangan *'arabiy* muncul dalam 43 ayat. Contoh:

Sesungguhnya Kami telah menurunkan Al-Quran kepadamu (Muhammad) secara berangsur-angsur. (QS Al-Insân [76]: 23)

Sedangkan *qur'an* tanpa *lâm ta'rîf* muncul 4 kali dan 2 di antaranya muncul dengan arti berbeda.

Laksanakanlah shalat sejak matahari tergelincir sampai gelap malam dan (laksanakan pula shalat) Shubuh. Sungguh, shalat Shubuh itu disaksikan (oleh malaikat). (QS Al-Isrâ' [17]: 78)

Kecuali 2 kata *qur'an* pada ayat tadi, kata *qur'an* lainnya merujuk pada kitab suci Al-Quran yang 6.236 ayatnya ditulis dalam bahasa Arab.

Penyebutan Al-Quran saja tanpa *'arabiy* sebenarnya sudah cukup untuk menunjuk pada satu-satunya Al-Quran yang berbahasa Arab, mengingat Al-Quran diturunkan kepada masyarakat Arab. Pemunculan dan penegasan *'arabiy* tentu membawa pesan khusus kepada Muslim dari masyarakat Arab maupun non-Arab sebagaimana dikatakan Al-Quran sendiri.

Sesungguhnya Kami menurunkannya berupa Al-Quran berbahasa Arab agar kamu mengerti. (QS Yûsuf [12]: 2)

Kami menjadikan Al-Quran dalam bahasa Arab agar kamu mengerti. (QS Al-Zukhruf [43]: 3)

Kita harus mengkaji dan memahami seluk-beluk, rahasia, serta keistimewaan bahasa Arab dibandingkan dengan bahasa lain, sehingga mengetahui mengapa ia dipilih sebagai bahasa Al-Quran.

Sejak Al-Quran diturunkan, bahasa Arab bukan semata bahasa masyarakat Arab, tetapi bahasa kaum muslimin di seluruh pelosok Bumi. Saat ini bahasa Arab dituturkan sekitar 280 juta orang sebagai bahasa pertama dari negeri-negeri di kawasan Timur Tengah dan Afrika Utara, dan menjadi bahasa resmi di 25 negara. Bahasa Arab menjadi bahasa internasional ketiga, setelah Inggris dan Prancis.

Bahasa merupakan sarana untuk berkomunikasi. Agar komunikasi efektif, pihak-pihak yang berkomunikasi harus paham bahasa yang digunakan. Bila tidak, pesan tidak akan sampai dengan baik. Oleh karena itu, pemahaman minimum kita adalah memahami bahasa Arab untuk memahami Al-Quran itu sendiri.

Rasulullah Saw. pernah bersabda tentang bahasa Arab.

تَعَلَّمُوْا الْعَرَبِيَّةَ وَعَلِّمُوْهَا النَّاسَ

"Pelajari bahasa Arab dan ajarkan kepada manusia."

Umar ibn Al-Khaththab r.a. berkata,

أَحْرِسُوْا عَلَى تَعَلُّمِ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ فَإِنَّهَا جُزْءٌ مِنْ دِيْنِكُم

"Bersemangatlah mempelajari bahasa Arab karena ia adalah bagian dari agamamu."

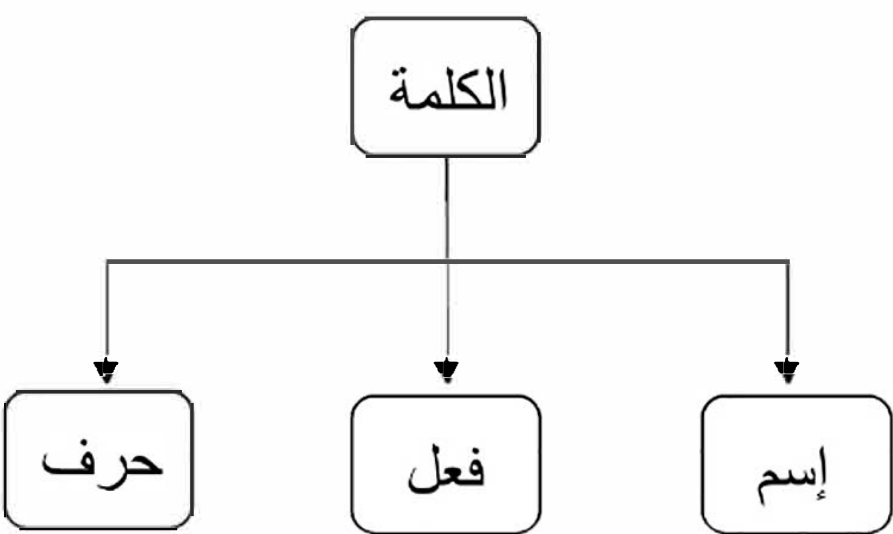
Salah seorang ulama terkemuka, Ibn Taimiyah, pernah berfatwa, "Sesungguhnya bahasa Arab itu sendiri bagian dari agama dan hukum mempelajarinya adalah wajib, karena memahami Al-Kitab dan Sunnah itu wajib. Keduanya tidaklah bisa dipahami, kecuali dengan memahami bahasa Arab. Hal ini sesuai dengan kaidah: Apa yang tidak sempurna dari suatu kewajiban, kecuali dengannya, maka ia juga wajib."

Ibn Taimiyah juga berkata, "Sesungguhnya ketika Allah menurunkan Kitab-Nya dan menjadikan Rasul-Nya sebagai penyampai risalah (Al-Quran) dan Sunnah, serta menjadikan generasi awal agama ini berkomunikasi dengan bahasa Arab, tidak ada jalan lain dalam memahami dan mengetahui ajaran Islam, kecuali dengan memahami bahasa Arab. Oleh karena itu, memahami bahasa Arab merupakan bagian dari agama. Kebiasaan berkomunikasi dengan bahasa Arab mempermudah kaum muslimin memahami agama Allah dan menegakkan syiar-syiar agama ini, serta memudahkan kita dalam mencontoh (Rasulullah Saw.)."

Semua pesan Al-Quran harus kita pahami. Pesan Al-Quran disampaikan dengan bahasa Arab. Dengan demikian, bahasa Arab harus kita

pahami pula. Setiap bahasa terdiri dari sekumpulan kata yang khas dengan kaidah-kaidah yang khas pula. Bahasa Arab pun demikian.

Kata: *Harf*, *Isim*, dan *Fi'il*

Dalam bahasa Arab, kata-kata atau *al-kalimatu* الكلمة yang menyusun 6.236 ayat di dalam Al-Quran ataupun yang di luar itu diklasifikasi menjadi tiga, yaitu *isim* (*ismun* اسم), *fi'il* (*fi'lun* فعل), dan *harf* (*harfun* حرف) seperti bagan berikut.

Isim dan *fi'il* terdiri dari ratusan bahkan ribuan kata, tetapi *harf* hanya terdiri dari 40 kata sehingga dapat dihafal dengan mudah. Dalam bahasa Indonesia, *harf* mirip dengan kata sambung atau awalan, tetapi

الحَرفُ				
الجَزْمُ		النَّصْبُ	الجَرُّ	
كَيْفَمَا	لَمْ	اَنْ	وَ	مِنْ
اِنْ	لَمَّا	لَنْ	حَتَّى	عَنْ
اِذْمَ	لِ	اِذَنْ	رُبَّ	إِلَى
مَا	لاَ	كَيْ	خلا	عَلَى
مَنْ	مَتَى	لِ	حاش	فِي
مَهمَا	اَيَّانَ	حَتَّى	عدا	لِ
اَيٌّ	اَيْنَ	اَوْ	مُذْ	كَ
	اَنَّى	وَ	مُنْذُ	بِ
	حَيْثُمَا	فَ		تَ

Tabel 1

harf tidak dapat didefinisikan sebagai kata sambung atau awalan. Berikut pengelompokan *harf*.

Tiga klasifikasi *harf* adalah *harf jar*, *harf nashab*, dan *harf jazm* sebagaimana tertera pada tabel. *Harf jar* selalu digandeng dengan *isim* dan *isim* tersebut berhukum *jar* dengan tanda asli adalah *kasrah*. Sebagai contoh, *isim nûrun* نُورٌ menjadi *nûrin* نُورٍ karena didahului *harf jar* عَلَى seperti dalam ayat:

Cahaya di atas cahaya. (QS Al-Nûr [24]: 35)

Harf nashab dan *harf jazm* selalu diikuti *fi'il mudhâri'*. *Harf nashab* berarti *harf* yang membuat *fi'il* yang mengikutinya berhukum *nashab*, dan memiliki tanda baca asli *fathah*. Contoh, *yaqûlu* يَقُولُ menjadi *yaqûla* يَقُولَ setelah disisipi أَنْ seperti ayat berikut:

Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata padanya, "Jadilah!" Maka, terjadilah sesuatu itu. (QS Yâ' Sîn [36]: 82)

Harf jazm adalah *harf* yang membuat *fi'il mudhâri'* yang mengikutinya berhukum *jazm* dengan tanda baca utama *sukun* seperti *ta'lamu* تَعْلَمُ menjadi *ta'lam* تَعْلَمْ dalam ayat berikut:

Tidakkah kamu mengetahui bahwa Allah Mahakuasa atas segala sesuatu? (QS Al-Baqarah [2]: 106)

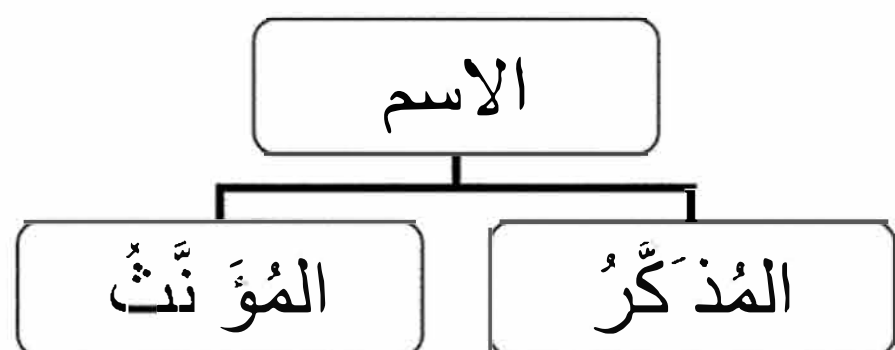
Selain ketiga *harf* yang telah disebutkan, terdapat satu *harf* lagi, yaitu *harf nida'* حَرْفُ النِّدَاءِ (huruf seruan), yaitu يَا (wahai). *Harf* ini selalu diikuti *isim* dan disebut *munâda'* مُنَادَى, yang dipanggil atau yang diseru. *Isim munâda'* mempunyai dua pola umum. *Pertama*, dengan satu *isim* dan *isim* dibaca *dhammah*.

يَا اِبْرَاهِيْمُ

Kedua, dengan frase *idhafat* dan *isim* dibaca *fathah*.

يَا ، رَاسُوْلِ اللهِ

Jenis kata lainnya adalah *isim* dan *fi'il*. *Fi'il* adalah kata kerja, selebihnya kata yang bukan *harf* dan *fi'il* adalah *isim*. Kehadiran *isim* di dalam suatu kalimat ditandai oleh *alif-lâm* atau *lâm ta'rîf* ال, *ta' marbûthah* (ة), akhiran *tanwîn* seperti الشَّمْشُ, نملة, نُجُوْم, didahului *harf jar* فِيْ فَلَكٍ, atau *harf nida'* يَا اِبْرَاهِيْمُ.

Dalam bahasa Arab, *isim* diklasifikasi ke dalam gender maskulin atau *mudzakkar* اَلْمُذَكَّرُ dan feminin atau *mu'annats* اَلْمُؤَنَّثُ.

Tanda utama *isim mu'annats* adalah *ta' marbûthah* (ة), seperti *jamîlah* جَمِيلَة, *muslimah* مُسْلِمَة, dan *mu'allimah* مُعَلِّمَة. Meskipun demikian, ada beberapa *isim mu'annats* yang tidak menggunakan (ة), seperti anggota badan yang berpasangan *udzunun* اُذُنٌ , *rijlun* رِجْلُنْ, *'ainun* عَيْنٌ, *yadun* يَدٌ, dan beberapa benda langit, *al-samâ'u* اَلسَّمَاءُ, *al-qamaru* اَلْقَمَرُ, *sa<u>h</u>âbun* سَحَابٌ, dan lainnya harus dihafal dari kamus. Kedua *isim* ini akan mengalami pola perubahan yang berbeda di dalam kalimat.

Di dalam kamus, *isim* ditulis dalam bentuk tunggal (*mufrad* مفرد). Bentuk tunggal ini dapat berubah bentuk dan menunjuk pada jumlahnya yang dua (*mutsanna* مثنى) atau banyak (*jama'* جمع). Pola perubahan dari tunggal menjadi bentuk dua dan jamak mengikuti pola berikut.

<table>
<tr><td colspan="4">اسم</td></tr>
<tr><td colspan="2">جَمْعٌ</td><td>مُثَنَّى</td><td>مُفْرَد</td></tr>
<tr><td rowspan="2">التَّكْسِيرُ</td><td>ـونَ
ـيْنَ</td><td rowspan="2">ـانِ
ـينِ</td><td>الْمُذَكَّرُ</td></tr>
<tr><td>ات</td><td>الْمُؤَنَّثُ</td></tr>
</table>

Tabel 2 Rumus Jumlah *Isim*

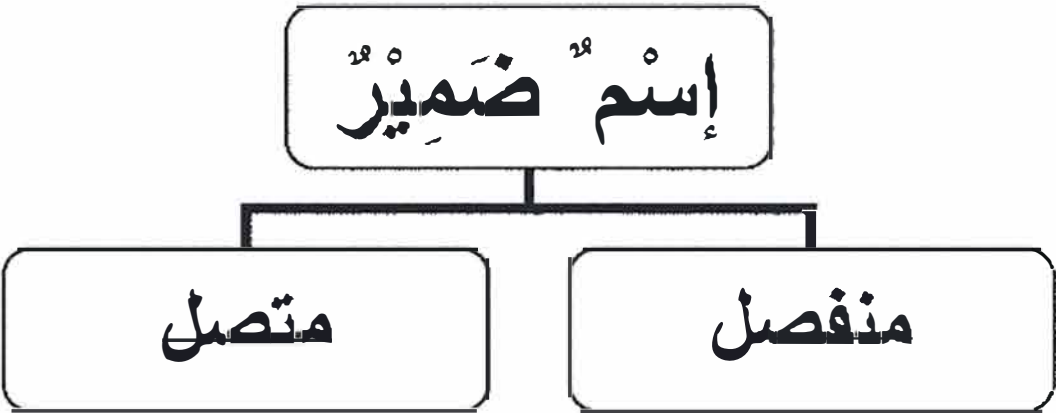
Pola perubahan *isim* tunggal menjadi dua dan banyak adalah sebagai berikut:

1. Semua *isim* tunggal menjadi *isim* dua,
   - Dengan menambah انِ atau ينِ pada kata bentuk tunggalnya dengan nun dikasrah dan huruf terakhir sebelum alif atau ya difathah.
   - Bacaan huruf sebelum huruf terakhir kata tidak berubah dari bacaan bentuk tunggalnya.
   - Penggunaan انِ atau ينِ bergantung pada hukum *isim* tersebut.
2. Perubahan ke bentuk jamak dibedakan dalam tiga bagian, yaitu *isim* maskulin الْمُذَكَّرُ السَّالِمُ, feminin الْمُؤَنَّثُ السَّالِمُ, dan jamak tak teratur جَمْعُ التَّكْسِيْرِ.
   - *Isim* maskulin atau *mudzakkar* dari tunggal menjadi jamak dilakukan dengan menambahkan يْنَ atau ونَ dengan nun dibaca fathah, huruf terakhir dibaca dhammah jika diikuti wawu-nun dan dibaca kasrah jika diikuti ya-nun.
   - *Isim* feminin atau *mu'annats* dari tunggal menjadi jamak dilakukan dengan menambah huruf alif sebelum huruf *ta' marbûthah*, kemudian mengganti *ta' marbûthah* dengan *ta'* biasa.
   - *Isim* yang bentuk jamaknya tidak beraturan disebut *jama' taksîr* جَمْعُ التَّكْسِيْرِ. Perubahan pola ini hanya dapat diketahui melalui kamus.

Contoh *isim* dalam bentuk tunggal, dua, dan jamak.

جمع	مثنى	مفرد	اسم
اَلْمُعَلِّمُوْنَ اَلْمُعَلِّمِيْنَ	اَلْمُعَلِّمَانِ اَلْمُعَلِّمَيْنِ	اَلْمُعَلِّمُ	اَلْمُذَكَّرُ السَّالِمُ
اَلْمُعَلِّمَاتُ	اَلْمُعَلِّمَتَانِ اَلْمُعَلِّمَتَيْنِ	اَلْمُعَلِّمَةُ	اَلْمُؤَنَّثُ السَّالِمُ
اَلْأَوْلَادُ	اَلْوَلَدَانِ اَلْوَلَدَيْنِ	اَلْوَلَدُ	اَلتَّكْسِيْرُ

Tabel 3

Isim dengan klasifikasi gender dan jumlahnya mempunyai bentuk ganti yang dikenal sebagai *isim dhamîr* إِسْمٌ ضَمِيْرٌ (kata ganti). Kata ganti sendiri diklasifikasi menjadi dua, yaitu yang bebas atau berdiri sendiri (*munfashil* منفصل) dan yang menempel atau terikat (*muttashil* متصل).

Berikut adalah bentuk-bentuk *isim dhamîr*.

إِسْمُ ضَمِيْرٌ					
مُتَّصِلٌ	مُنْفَصِلٌ	Arti			
هُ	هُوَ	dia	1	اَلْمُذَكَّرُ	pihak ketiga
هُمَا	هُمَا	mereka berdua	2		
هُمْ	هُمْ	mereka	>2		
هَا	هِيَ	dia	1	اَلْمُؤَنَّثُ	
هُمَا	هُمَا	mereka berdua	2		
هُنَّ	هُنَّ	mereka	>2		
كَ	أَنْتَ	kamu	1	اَلْمُذَكَّرُ	pihak kedua
كُمَا	أَنْتُمَا	kalian berdua	2		
كُمْ	أَنْتُمْ	kalian semua	>2		
كِ	أَنْتِ	kamu	1	اَلْمُؤَنَّثُ	
كُمَا	أَنْتُمَا	kalian berdua	2		
كُنَّ	أَنْتُنَّ	kalian semua	>2		
ي	أَنَا	aku		L/P	pihak pertama
نَا	نَحْنُ	kami			

Tabel 4

Isim bebas *munfashil* biasa berdiri sebagai subjek, sedangkan *isim* terikat *muttashil* sebagai objek. Perhatikan beberapa contoh berikut.

Pertama, pertama tunggal bebas أَنَا

Dan Aku adalah Tuhanmu, maka sembahlah Aku. (QS Al-Anbiyâ' [21]: 92)

Kedua, pertama tunggal terikat ي

اِذْهَبْ بِّكِتٰبِيْ

Pergilah dengan (membawa) suratku ini .... (QS Al-Naml [27]: 28)

Ketiga, kedua tunggal laki bebas اَنْتَ

اَنْتَ قُلْتَ لِلنَّاسِ

"Engkaukah yang mengatakan kepada orang-orang?" (QS Al-Mâ'idah [5]: 116)

Keempat, kedua tunggal perempuan terikat كِ

قَالَ اِنَّمَآ اَنَا۠ رَسُوْلُ رَبِّكِ ۖ لِاَهَبَ لَكِ غُلٰمًا زَكِيًّا ١٩

Ia (Jibril) berkata, "Sesungguhnya aku hanyalah utusan Tuhanmu, untuk menyampaikan anugerah kepadamu seorang anak laki-laki yang suci." (QS Maryam [19]: 19)

Kelima, ketiga tunggal bebas هُوَ

Dialah (Pemberi) pahala terbaik dan (Pemberi) balasan terbaik. (QS Al-Kahf [18]: 44)

Keenam, ketiga tunggal terikat.

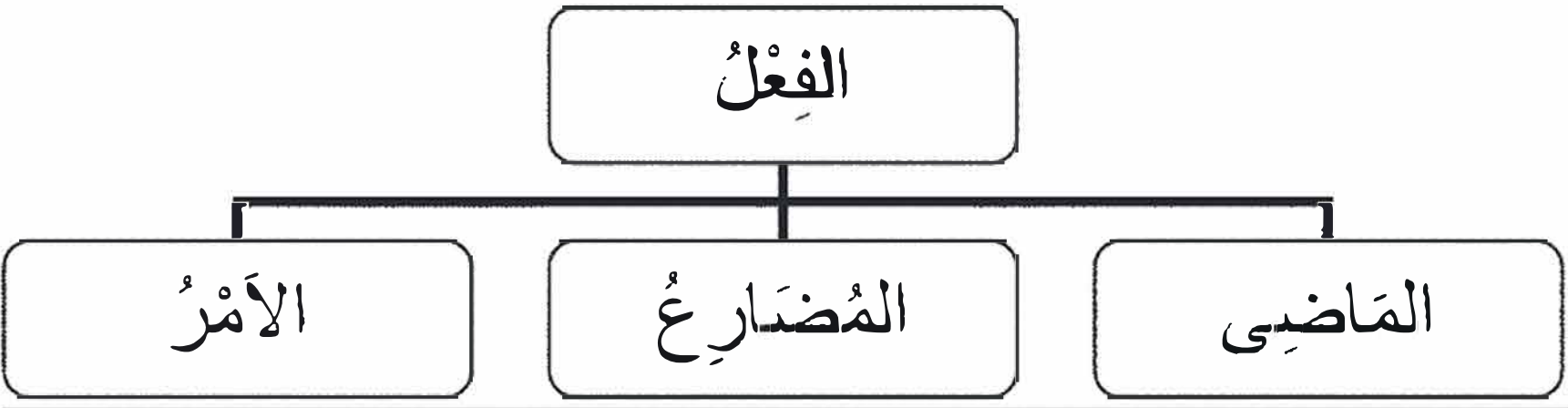
Di sanalah Zakariya berdoa kepada Tuhannya. (QS Âli 'Imrân [3]: 38)

Selain *isim* yang telah dijelaskan sebelumnya, masih terdapat beberapa *isim* lagi, yaitu *isim isyârah* اسم اشارة (kata ganti petunjuk), *isim*

maushûl اسم موصول (kata sambung), *isim istifhâm* اسم اسْتِفْهَام (kata tanya), dan *isim tafdhîl* اسم التَّفْضِيْل (kata sifat komparatif). *Isim* tanpa tanwin (*isim ghairu munsharif* اسم غَيْرُ مُنْصَرِف) adalah *isim* yang ditandai dengan fathah ketika berhukum *jar*. *Isim* yang tergolong sebagai *isim ghairu munsharif* adalah:

<table>
<tr><th colspan="2"></th><th colspan="2">إسْم غَيْرُ مُنْصَرِف</th><th></th></tr>
<tr><th>contoh</th><th>kecuali</th><th>contoh</th><th>identitas</th><th></th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>مَكَّةُ ، طَلْحَةُ ، عَائِشَةُ</td><td>nama yang diakhiri ة</td><td>١</td></tr>
<tr><td>عَادٌ ، نُوحٌ ،هُودٌ</td><td>kecuali nama yang hanya terdiri dari 3 huruf</td><td rowspan="2">إبْرَاهِيمُ ، سُلَيْمَانُ ، ثَمُودُ ، جِبْرِيْلُ</td><td rowspan="2">semua nama dalam Al-Quran</td><td rowspan="2">٢</td></tr>
<tr><td>صَالِحٌ (فَاعِلٌ)
مُحَمَّد (مُفَعَّلٌ)</td><td>atau nama yang berpola isim fâ'il atau maf'ûl</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>مَسَاجِدُ ، مَسَاكِيْنُ ، مَنَافِعُ، شَيَاطِيْنُ</td><td>isim berpola مَفَاعِلُ dan مَفَاعِيْلُ walaupun tidak diawali م</td><td>٣</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>حَمْرَاءُ ، سَوْدَاءُ ، صَحْرَاءُ</td><td>isim dengan akhiran alif-hamzah</td><td>٤</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>أُخْرَى ، حُبْلَى</td><td>isim dengan akhiran alif</td><td>٥</td></tr>
</table>

Tabel 5

Jenis kata ketiga adalah *fi'il* atau kata kerja. *Fi'il* dibagi berdasarkan waktu kejadian, yakni lampau (اَلْمَاضِى *mâdhiy*), sedang atau akan (اَلْمُضَارِعُ *mudhâri'*), dan perintah (اَلاَ مْرُ *amr*), seperti bagan berikut.

Fi'il secara umum terdiri dari tiga huruf sehat (huruf selain alif ا, wawu و, dan ya ي). Di dalam kamus, *fi'il* muncul dalam urutan dari kanan ke kiri bentuk lampau, bentuk sedang, dan bentuk *isim* turunannya yang disebut *mashdar* مصدر : فَعْلاً – يَفْعلُ – فَعَلَ. *Fi'il* mempunyai bentuk dengan pola dasar sebagai berikut.

امر		مضارع	ماضى
(-)	(+)		
لَا تَفْعَلْ	إِفْعَلْ	يَفْعَلُ	فَعَلَ
لَا تَفْعِلْ	إِفْعِلْ	يَفْعِلُ	
لَا تَفْعُلْ	أُفْعُلْ	يَفْعُلُ	
لَا تَفْعَلْ	إِفْعَلْ	يَفْعَلُ	فَعِلَ
لَا تَفْعَلْ	إِفْعَلْ	يَفْعَلُ	
لَا تَفْعُلْ	أُفْعُلْ	يَفْعُلُ	فَعُلَ

Tabel 6

Huruf pertama, kedua, dan ketiga *fi'il* dikenal sebagai *fa'*, *'ain*, dan *lam fi'il*. *Fa'* dan *lam fi'il* untuk *fi'il* lampau selalu dibaca fathah, sedangkan *'ain fi'il* ada yang dibaca fathah, kasrah, atau dhammah dan sudah tertentu untuk setiap *fi'il*. *'Ain fi'il* untuk *fi'il mudhâri'* mempunyai pola

bergantung pada bacaan lampaunya. Untuk lebih jelasnya perhatikan beberapa *fi'il* berikut.

Fi'il					
Arti	Larangan	Perintah	Sedang	Lampau	Pola
membuka	لَاتَفْتَحْ	اِفْتَحْ	يَفْتَحُ	فَتَحَ	فَعَلَ
duduk	لَاتَجْلِسْ	اِجْلِسْ	يَجْلِسُ	جَلَسَ	
menolong	لَاتَنْصُرْ	اُنْصُرْ	يَنْصُرُ	نَصَرَ	
tahu	لَاتَعْلَمْ	اِعْلَمْ	يَعْلَمُ	عَلِمَ	فَعِلَ
menghitung	لَاتَحْسِبْ	اِحْسِبْ	يَحْسِبُ	حَسِبَ	
baik	لَاتَحْسُنْ	اَحْسُنْ	يَحْسُنُ	حَسُنَ	فَعُلَ

Tabel 7

Fata<u>h</u>a-yafta<u>h</u>u tidak dapat menjadi *fata<u>h</u>a-yafti<u>h</u>u*, *fata<u>h</u>a-yaftu<u>h</u>u*, *fati<u>h</u>a-yafta<u>h</u>u*, *fati<u>h</u>a-yafti<u>h</u>u*, atau *fatu<u>h</u>a-yaftu<u>h</u>u*. Demikian pula *jalasa-yajlisu* tidak dapat diubah menjadi *jalasa-yajlasu*, *jalisa-yajlasu*, *jalasa-yajlusu*, *jalusa-yajlusu*, atau *jalisa-yajlisu*. Bacaan *'ain fi'il* untuk *fi'il amr* bergantung pada bacaan *'ain fi'il* dari *fi'il mudhâri'*-nya.

Di dalam kalimat, *fi'il mâdhiy* maupun *mudhâri'* mengalami perubahan sesuai dengan subjek kalimat. Pola perubahan *fi'il* berdasarkan subjek kalimat diberikan seperti tabel berikut.

الفِعْلُ		إسْمٌ ضَمِيْرٌ
الْمُضَارِعُ	الْمَاضِى	
يَفْعَلُ	فَعَلَ	هُوَ
يَفْعَلاَنِ	فَعَلاَ	هُمَا
يَفْعَلُونَ	فَعَلُوا	هُمْ
تَفْعَلُ	فَعَلَتْ	هِيَ
تَفْعَلاَنِ	فَعَلَتَا	هُمَا
يَفْعَلْنَ	فَعَلْنَ	هُنَّ
تَفْعَلُ	فَعَلْتَ	أَنْتَ
تَفْعَلاَنِ	فَعَلْتُمَا	أَنْتُمَا
تَفْعَلُونَ	فَعَلْتُمْ	أَنْتُمْ
تَفْعَلِيْنَ	فَعَلْتِ	أَنْتِ
تَفْعَلاَنِ	فَعَلْتُمَا	أَنْتُمَا
تَفْعَلْنَ	فَعَلْتُنَّ	أَنْتُنَّ
أَفْعَلُ	فَعَلْتُ	أَنَا
نَفْعَلُ	فَعَلْنَا	نَحْنُ

Tabel 8

Fi'il yang ditampilkan di dalam kamus adalah *fi'il* lampau (*mâdhiy*) dan *fi'il* sedang (*mudhâri'*) dengan sandaran *isim dhamîr huwa* هُوَ, yaitu فَعَلَ - يَفْعَلُ.

الْمُضَارِعُ	الْمَاضِى	
يَخْلُقُ	خَلَقَ	هُوَ
يَخْلُقَانِ	خَلَقَا	هُمَا
يَخْلُقُونَ	خَلَقُوا	هُمْ
تَخْلُقُ	خَلَقَتْ	هِيَ
تَخْلُقَنِ	خَلَقَتَا	هُمَا
يَخْلُقْنَ	خَلَقْنَ	هُنَّ
تَخْلُقُ	خَلَقْتَ	أَنْتَ
تَخْلُقَانِ	خَلَقْتُمَا	أَنْتُمَا
تَخْلُقُونَ	خَلَقْتُمْ	أَنْتُمْ
تَخْلُقِيْنَ	خَلَقْتِ	أَنْتِ
تَخْلُقَانِ	خَلَقْتَا	أَنْتُمَا
تَخلُقْنَ	خَلَقْتُنَّ	أَنْتُنَّ
أَخْلُقُ	خَلَقْتُ	أَنَا
نَخْلُقُ	خَلَقْنَ	نَحْنُ

Tabel 9

خَلَقَ - يَخْلُقُ: membuat, menjadikan, menciptakan. Beberapa contoh kalimat di dalam Al-Quran.

Pertama, orang ketiga tunggal lampau خَلَقَ

Dialah yang menciptakan langit dan bumi dengan (haq) benar. (QS Al-An'âm [6]: 73)

Kedua, orang ketiga tunggal sedang يَخْلُقُ

وَرَبُّكَ يَخْلُقُ مَا يَشَآءُ وَيَخْتَارُ

Dan Tuhanmu menciptakan dan memilih apa yang Dia kehendaki. (QS Al-Qashash [28]: 68)

Ketiga, orang ketiga jamak lampau خَلَقُوا

Ataukah mereka telah menciptakan langit dan bumi itu? Sebenarnya mereka tidak meyakini (apa yang mereka katakan). (QS Al-Thûr [52]: 36)

Keempat, orang ketiga tunggal sedang يَخْلُقُونَ

وَالَّذِينَ يَدْعُونَ مِن دُونِ اللَّهِ لَا يَخْلُقُونَ شَيْـًٔا وَهُمْ يُخْلَقُونَ ﴿٢٠﴾

Dan (berhala-berhala) yang mereka seru selain Allah, tidak dapat membuat sesuatu apa pun, sedang berhala-berhala itu sendiri dibuat orang. (QS Al-Nah̲l [16]: 20)

Kelima, orang kedua tunggal lampau خَلَقْتَ

"Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini dengan sia-sia, Mahasuci Engkau, lindungi kami dari azab neraka." (QS Âli 'Imrân [3]: 191)

Keenam, orang pertama tunggal lampau خَلَقْتُ

Aku tidak menciptakan jin dan manusia, melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku. (QS Al-Dzâriyât [51]: 56)

Ketujuh, orang pertama tunggal lampau خَلَقْنَ

Sungguh, Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya. (QS Al-Tîn [95]: 4)

Selanjutnya terdapat pola perubahan *fi'il*, yaitu *fi'il* asli الفعل الْمُجَرَّدُ tiga huruf ditambah (الفعل الْمَزِيدُ) menjadi empat الرَّبَاعِي, lima الخَمَاسِي, atau enam السَّدَاسِي huruf dengan pola tambahan seperti bagan berikut.

bentuk akhir		tambahan		*Fi'il* 3
4	فَعَّلَ	ع		
	أَفْعَلَ	أ (hamzah)		
	فَاعَلَ	ا (alif)		
5	إِنْفَعَلَ	إ dan ن		
	إِفْتَعَلَ	إ dan ت	+	فَعَلَ فَعِلَ فَعُلَ
	إِفْعَلَّ	إ dan ل		
	تَفَعَّلَ	ت dan ع		
	تَفَاعَلَ	ت dan ا		
6	إِسْتَفْعَلَ	س , إ , dan ت		

Tabel 10

Setelah penambahan, arti *fi'il* juga mengalami perubahan. Perhatikan contoh-contoh berikut.

	مزيد			مجرد	
arti	bacaan	rumus		arti	asli
mengajarkan	عَلَّمَ	فَعَّلَ		tahu	عَلِمَ
menurunkan	اَنْزَلَ	اَفْعَلَ		turun	نَزَلَ
saling banting	صَارَعَ	فَاعَلَ	4	membanting	صَرَعَ
terpancar	اِنْفَجَرَ	اِنْفَعَلَ		memancarkan	فَجَرَ
berkumpul	اِجْتَمَعَ	اِفْتَعَلَ		mengumpulkan	جَمَعَ
menghitam	اِسْوَدَّ	اِفْعَلَّ	5	berwarna hitam	سَوِدَ
bercerai	تَافَرَّقَ	تَفَعَّلَ		menceraikan	فَرَقَ
saling mengenal	تَعَارَفَ	تَفَاعَلَ		mengetahui	عَرَفَ
mohon ampun	اِسْتَغْفَرَ	اِسْتَفْعَلَ	6	mengampuni	غَفَرَ

Tabel 11

Perubahan *fi'il* 3 huruf menjadi 4, 5, atau 6 huruf, selain mengubah arti juga mengubah sifat kata kerja dari transitif menjadi intransitif dan sebaliknya. *Fi'il* tambahan ini juga mengalami perubahan sesuai dengan subjek kalimat, sebagaimana *fi'il* asli 3 huruf. Berikut dua contoh *fi'il* tambahan.

Pertama, 'allama

الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ﴿٤﴾ عَلَّمَ الْإِنسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴿٥﴾

Yang mengajar (manusia) dengan pena. Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya. (QS Al-'Alaq [96]: 4-5)

Kedua, anzala

وَأَنزَلَ اللَّهُ عَلَيْكَ الْكِتَابَ وَالْحِكْمَةَ وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُ ۚ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا ﴿١١٣﴾

Dan (juga karena) Allah telah menurunkan Kitab (Al-Quran) dan Hikmah (Sunnah) kepadamu, dan telah mengajarkan kepadamu apa

yang belum kamu ketahui. Karunia Allah yang dilimpahkan kepadamu itu sangat besar. (QS Al-Nisâ' [4]: 113)

Perubahan *fi'il* 3 huruf menjadi 4, 5, dan 6 huruf disebut *wazan*. *Fi'il* juga mengalami perubahan yang disebut *tashrif*. Dalam perubahan ini *fi'il* dapat menjadi *isim*. Pola perubahan *wazan* dan *tashrif* digambarkan oleh tabel berikut.

٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	
مِفْعَلٌ	مَفْعَلٌ	لاَتَفْعَلْ	افعل	مَفْعُولٌ	فَاعِلٌ	فَعْلاً	يَفْعَلُ	فَعَلَ	١
	w							فَعَّلَ	٢
	a						s	أَفْعَلَ	٣
	k						e	فَاعَلَ	٤
	t						d	اِنْفَعَلَ	٥
	u	L	p				a	اِفْتَعَلَ	٦
	/	A	e			m	n	اِفْعَلَّ	٧
	t	R	r		p	a	g	تَفَعَّلَ	٨
	e	A	i	o	e	s	/	تَفَاعَلَ	٩
a	m	N	n	b	l	h	a	اِسْتَفْعَلَ	١٠
l	p	G	t	j	a	d	k	اِفْعَوعَلَ	١١
a	a	A	a	e	k	a	a	اِفْعَوَّلَ	١٢
t	t	N	h	k	u	r	n	اِفْعَالَّ	١٣

Tabel 12

Bentuk lengkap perubahan masing-masing kotak tidak dicantumkan di sini. Silakan lihat di buku-buku nahwu-sharaf. Arti kata setiap perubahan menyamping kiri: فَعَلَ telah melakukan, telah mengerjakan; يَفْعَلُ sedang atau akan mengerjakan; فَعْلاً pekerjaan; فَاعِلٌ pelaku; مَفْعُولٌ yang dikerjakan atau dilakukan; افعل kerjakan; لاَتَفْعَلْ jangan kerjakan; مَفْعَلٌ waktu atau tempat bekerja; مِفْعَلٌ alat bekerja. Sebagai contoh perhatikan tabel berikut.

٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
مِفْعَلٌ	مَفْعَلٌ			مَفْعُولٌ	فَاعِلٌ	فَعْلاً		فَعَلَ
					نَاصِرٌ	نَصْرًا		نَصَرَ
					penolong	bantuan		menolong
				مَخْلُوقٌ	خَالِقٌ	خَلْقًا		خَلَقَ
				makhluk	pencipta	ciptaan		mencipta
	مَقْعَدٌ							قَعَدَ
	bangku							duduk
	مَوْلِدٌ				وَالِدٌ وَالِدَةٌ			وَلَدَ
	dies				ibu-ayah			melahirkan
مِخْلَبٌ								خَلَبَ
kuku								menerkam

Tabel 13

Nashran – nashrun berarti pertolongan atau bantuan, *nâshirun* adalah orang yang menolong atau penolong.

Apabila telah datang pertolongan Allah dan kemenangan. (QS Al-Nashr [110]: 1)

Khalqan – khalqun penciptaan, *khâliqun* pencipta, sedangkan *makhlûqun* yang dicipta.

Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya ialah penciptaan langit dan bumi, perbedaan bahasamu dan warna kulitmu .... (QS Al-Rûm [30]: 22)

Maq'adun adalah tempat duduk dan secara spesifik adalah bangku. *Wâlidun* adalah yang melahirkan, dalam hal ini mengacu pada orangtua, ayah, dan perlu diberi *ta' marbûthah* sehingga menjadi *wâlidatun* ibu. *Maulidun* adalah waktu kelahiran yang biasa kita rayakan dalam Maulid Nabi. *Mikhlabun* adalah alat untuk menerkam, yakni kuku.

Selain *isim* dan *fi'il* sehat, juga terdapat *isim* dan *fi'il* cacat, yaitu *isim* dan *fi'il* yang mengandung sedikitnya huruf cacat, yaitu alif, wawu, atau ya. Penjelasan lebih lengkap tentang hal ini silakan simak buku nahwu-sharaf.

Pola Kalimat

Di dalam bahasa Arab, kalimat disebut lengkap (*al-jumlah al-mufîdah* اَلجُمْلَ الْمُفِيْدَتُ) jika sedikitnya terdiri dari subjek dan predikat. Kalimat dibagi menjadi dua jenis, ditentukan oleh kata yang memulainya, *isim* atau *fi'il*. Jika dimulai dengan *isim*, kalimat disebut *jumlah ismiyyah* اَلجُمْلَ اِسْمِيَّة atau kalimat *isim*; jika yang memulai *fi'il*, kalimat disebut *jumlah fi'liyyah* اَلجُمْلَ فِعْلِيَّة atau kalimat *fi'il*. Kedua pola kalimat diperlihatkan pada tabel berikut.

<table>
<tr><td colspan="4">اَلجُمْلَ الْمُفِيْدَتُ</td></tr>
<tr><td colspan="2">اَلجُمْلَ فِعْلِيَّة</td><td colspan="2">اَلجُمْلَ اِسْمِيَّة</td></tr>
<tr><td colspan="2">terdiri dari</td><td colspan="2">terdiri dari</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">فِعْلٌ + إِسْمٌ</td><td colspan="2">إِسْمٌ + إِسْمٌ</td></tr>
<tr><td colspan="2">atau</td></tr>
<tr><td colspan="2">إِسْمٌ + فَعَلٌ</td></tr>
<tr><td colspan="2">disebut</td><td colspan="2">disebut</td></tr>
<tr><td>فَاعِلٌ</td><td>فِعْلٌ</td><td>خَبَرٌ</td><td>مُبْتَدَأٌ</td></tr>
<tr><td>subjek</td><td>predikat</td><td>predikat</td><td>subjek</td></tr>
</table>

Tabel 14

Kalimat *isim* terdiri dari *isim-isim* atau *isim-fi'il* dengan *isim* pertama adalah subjek (*mubtada'*) dan *isim* kedua atau *fi'il* sebagai predikat (*khabar*). Sedangkan kalimat *fi'il* terdiri dari *fi'il-isim* dengan *fi'il* sebagai predikat dan *isim* sebagai subjek (*fa'il*).

Perbedaan antara kalimat *isim* dan *fi'il* bukan hanya pada jenis kata yang memulai kalimat, tetapi juga pola *fi'il* kedua jenis kalimat tersebut. *Fi'il*, baik sedang maupun lampau, dari kalimat *isim* berubah sesuai subjeknya. Sedangkan *fi'il* pada kalimat *fi'il* hanya disandarkan pada orang ketiga tunggal laki-laki (perempuan) untuk semua jenis subjek tunggal, dua, atau jamak laki-laki (perempuan).

جملة فعلية		جملة اسمية	
subjek	predikat	predikat	subjek
عَلِيٌّ	يَلْعَبُ	يَلْعَبُ	عَلِيٌّ
عَلِيٌّ وَبَكْرٌ		يَلْعَبَانِ	عَلِيٌّ وَبَكْرٌ
عَلِيٌّ وَبَكْرٌ وَفَرِيْدٌ		يَلْعَبُوْنَ	عَلِيٌّ وَبَكْرٌ وَفَرِيْدٌ
هِنْدٌ	ذَهَبَتْ	ذَهَبَتْ	هِنْدٌ
هِنْدٌ وَفَاطِمَةٌ		ذَهَبَتَا	هِنْدٌ وَفَاطِمَةٌ
هِنْدٌ وَفَاطِمَةٌ وَعَائِشَة		ذَهَبْنَ	هِنْدٌ وَفَاطِمَةٌ وَعَائِشَة

Tabel 15

Di dalam kalimat ada subjek, objek, atau keterangan yang disusun secara berurutan dan membentuk gandengan atau *al-tawâbi'* التوابع. Gandengan adalah dua *isim* yang berurutan dengan *isim* pertama disebut *penggandeng* dan *isim* kedua disebut *yang digandeng*. Ada empat macam gandengan, yaitu *al-shifat*, *al-badal*, *al-taukîd*, dan *al-'athaf*. Sebutan bagian untuk setiap gandengan diberikan oleh tabel berikut.

التوابع		
Yang Digandeng	**Penggandeng**	**Jenis**
نَعْتٌ	مَنْعُوتٌ	الصفة
sifat	yang disifati	
بَدَلٌ	مُبَدَّلٌ	البدل
pengganti	yang diganti	
تَوكِيدٌ	مُؤَكَّدٌ	التوكيد
penguat	yang dikuatkan	
عَطَفٌ	مَعْطُوفٌ	العطف
sambungan	yang disambung	

Tabel 16

Penggandeng dan yang digandeng mempunyai sifat atau jenis yang sama, *rafa'-rafa'*, *nashab-nashab*, *jazm-jazm*, *nakirah-nakirah*, dan *ma'rifat-ma'rifat. Isim ma'rifat* adalah *isim* yang jelas dan tertentu, misalnya, nama orang atau *isim* dengan *lâm ta'rîf*. Sedangkan *isim nakirah* adalah *isim* umum, tanpa *lâm ta'rîf.*

Gandengan *man'ût-na'tu* dengan *isim* kedua menyifati *isim* pertama. Contoh, *al-shirâtha* الصراط jalan dan *al-mustaqîma* المستقيم tegak, lurus. *Al-shirâtha* yang disifati, sedangkan *al-mustaqîma* adalah sifatnya. Keduanya *isim* tunggal, *ma'rifat*, dan *nashab*.

Gandengan *mubaddal-badal* dengan *isim* kedua mengulang atau mengganti *isim* pertama. Contoh, *jâ'a 'utsmânu akhûka:*

جَاءَ عُثْمَانُ أَخُوْكَ

Utsmânu adalah *mubaddal* (yang diganti) dengan *akhûka* saudaramu sebagai *badal* (pengganti). Artinya, Utsman yang dimaksud dalam kalimat ini adalah Utsman saudaramu, bukan Utsman lain. Keduanya *isim* tunggal, *nakirah*, dan berhukum *rafa'*. Kalimat sebenarnya dapat ditulis جَاءَ أَخُوْكَ atau جَاءَ عُثْمَانُ

Gandengan *mu'akkad-taukîd* dengan *isim* kedua menegaskan atau menguatkan (hiperbolik) *isim* pertama dengan kata-kata penegas *nafsun* نفس jiwa, diri, sendiri; *'ainun* عين mata, diri, sendiri; *kullun* كل masing-masing, semua; *ajma'u* أجمع semua, keseluruhan. Contoh, penggalan Surah Al-Baqarah (2): 31 berikut:

Dan Dia ajarkan kepada Adam nama-nama (benda) seluruhnya.

Al-asmâ'a الأسماء jamak taksir dari *al-ismu* الإسم (nama), ditegaskan dengan *kullahâ* كله semuanya; keduanya *isim ma'rifat* dan berhukum *nashab*.

Gandengan *ma'thûf-'athaf* adalah gandengan dua *isim* dengan *<u>h</u>uruf 'athaf*.

هرف عطف			
atau, adakalanya	إِمَّا	dan	وَ
tetapi, bahkan	بَلْ	lalu, kemudian (berurutan)	فَ
tidak, bukan	لَا	kemudian (berselang lama)	ثُمَّ
tetapi, melainkan	لَكِنْ	atau	أَوْ
sehingga, sampai	حَتَّى	atau, ataukah	أَمْ

Tabel 17

Contoh:

Dan Dia telah menundukkan matahari dan bulan bagimu yang terus-menerus beredar (dalam orbitnya); dan telah menundukkan bagimu malam dan siang. (QS Ibrâhîm [14]: 33)

Al-syamsa الشمس dan *al-qamara* القمر adalah *isim* tunggal, *ma'rifat* dan *nashab* disambung dengan huruf *'athaf* wa; demikian juga *al-laila* الليل dan *al-nahâra* النهار.

Hukum Perubahan Kata

Setiap kata di dalam kalimat mempunyai satu dari empat hukum, yaitu *rafa'* الرَّفْعُ, *nashab* النَّصْبُ, *jar* الْجَرُّ, dan *jazm* الْجَزْمُ. Secara umum, kalimat selain terdiri dari subjek dan predikat, juga mengandung objek dan keterangan. Di dalam bahasa Arab, setiap bagian kalimat ini mempunyai hukum sendiri. Subjek dan predikat mempunyai hukum *rafa'*, objek dan keterangan berhukum *nashab*, *isim* di belakang huruf *jar* berhukum *jar*, dan *fi'il* di belakang *in*, *lam*, *lamma*, *li*, dan *lâ* berhukum *jazm*.

Tanda baca setiap kata dengan hukum tertentu tidak hanya satu, melainkan bergantung pada jenis kata tersebut, apakah *isim* atau *fi'il*. Bila *isim,* apakah laki-laki atau perempuan; lalu apakah tunggal, dua, atau banyak; juga apakah sahih atau cacat.

Wajib Kuasai Bahasa Arab

Dengan memiliki kaidah-kaidah yang spesifik, bahasa Arab sebagai bahasa Al-Quran membawa pesan-pesan yang spesifik pula dalam setiap huruf, suku kata, atau kata di dalam tiap kalimatnya. Pesan ini tidak dapat ditangkap jika orang hanya mengandalkan terjemahan Al-Quran. Ia hanya dapat ditangkap jika berhadapan langsung dengan teks asli.

Ketidakpahaman pada bahasa Arab berakibat pada ketidakutuhan dalam memahami Al-Quran dan Islam. Oleh karena itu, pemahaman akan bahasa Arab menjadi keniscayaan, keharusan. Kewajiban minimum atau fardhu 'ain adalah kemampuan membaca tulisan Arab untuk Al-Quran dan hafal atau paham makna bacaan-bacaan dalam shalat.

Ilmuwan Muslim wajib memahami bahasa Arab sampai taraf kaidah-kaidah nahwu-sharaf. Sebab, hanya dengan pemahaman ini mereka dapat menjadi ilmuwan dalam tuntunan Al-Quran. Tanpa pemahaman

nahwu-sharaf, pergaulan dengan Kitab Suci hanya sampai taraf pergaulan teman biasa, bicara basa-basi, lalu berpisah tanpa kesan berarti. Terjemahan Al-Quran memang dapat membantu, tetapi sebagus apa pun terjemahan tetap mempunyai keterbatasan makna maupun nuansa serta membawa subjektivitas sang penerjemah. Beberapa contoh ayat yang dapat diterjemahkan berbeda.

1. seekor semut – ratu semut, QS Al-Naml (27): 18

Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah ***seekor semut****, "Wahai Semut-Semut, masuklah ke sarang-sarangmu agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari."*

Terjemahan alternatifnya:

Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah ***ratu semut****, "Wahai Semut-Semut, masuklah ke sarang-sarangmu agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari."*

2. menciptakan besi – menurunkan besi, QS Al-Hadîd (57): 25

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَٰتِ وَأَنزَلْنَا مَعَهُمُ
الْكِتَٰبَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ
وَأَنزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَٰفِعُ
لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنصُرُهُۥ وَرُسُلَهُۥ بِالْغَيْبِ
إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾

Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar mereka dapat berlaku adil. Dan Kami ***menciptakan*** *besi yang mempunyai kekuatan yang hebat dan ba-*

nyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa.

Terjemahan alternatifnya:

Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar mereka dapat berlaku adil. Dan Kami ***menurunkan*** *besi yang mempunyai kekuatan yang hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa.*

3. tanaman – patahan, QS Al-Thâriq (86): 12

Dan bumi yang mempunyai ***tumbuh-tumbuhan****.*

Terjemahan alternatifnya:

Dan bumi yang mempunyai ***patahan.***

Meskipun hanya satu kata, perbedaan terjemahan mempunyai implikasi yang berbeda. Pembahasan yang lebih lengkap akan disajikan pada bab-bab selanjutnya.

Bahasa Arab itu indah dan tidak sulit. Komitmen dan sistem yang tepat harus dibangun sehingga anak-anak yang lulus sekolah dasar telah mampu membaca Al-Quran, lulus SMP atau paling lambat lulus SMA sudah menguasai nahwu-sharaf. Di perguruan tinggi, kemampuan bahasa Arab digunakan dalam kajian Islam disiplin ilmu. Mahasiswa mempelajari Islam secara lebih serius dan lebih dalam.[]

Interaksi Islam dan Sains

Katakanlah, "Apakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?" Sebenarnya hanya orang berakal sehat yang dapat menerima pelajaran. (QS Al-Zumar [39]: 9)

Ketertinggalan umat Islam akan sains dan teknologi memunculkan keprihatinan yang mendalam di kalangan sarjana Muslim kontemporer. Kesadaran dan tekad untuk kembali menguasai sains dan teknologi, sebagaimana pada masa kejayaan sarjana Muslim awal, pun menyeruak di mana-mana. Misi kekhalifahan yang *rahmatan lil 'âlamîn* tidak mungkin dapat direalisasikan jika umat Islam menjadi umat yang bodoh, lemah, dan bergantung pada belas kasihan pihak luar.

Pada saat yang sama, umat Islam dan masyarakat dunia disodori aneka krisis. Rusaknya lingkungan manusia, seperti efek rumah kaca, menipisnya lapisan ozon di atmosfer, menumpuknya limbah industri—sebut saja limbah methylmercury—dan perubahan iklim global telah menjadi perbincangan umum. Eksploitasi manusia atas manusia lain terus muncul dan dikemas dalam format yang semakin canggih sehingga memunculkan terorisme yang menebar ketakutan. Masyarakat yang semakin egois, *free sex* yang terus meluas, dan kecenderungan ilmuwan untuk menjadi ateis adalah keprihatinan yang lain.

Menariknya, sebagian pihak menuding bahwa biang kerok semua krisis tersebut adalah sains. Sains yang telah tercerabut dari nilai ilahiah, yang sekuler dan reduksionis. Reaksi ini tak pelak juga mengimbas pada kalangan sarjana dan umat Islam. Terjadilah pergumulan dinamis antara

Islam dan sains, dan melahirkan tiga pola interaksi, yaitu islamisasi sains, saintifikasi Islam, dan sains Islam.

Islamisasi Sains

Selama obor ilmu pengetahuan dibawa orang Islam, Yunani dan Eropa berada dalam kegelapan. Kebudayaan Eropa pertengahan ditandai oleh agama Kristen sehingga segala ungkapan kebudayaan pun dikuasai oleh gereja Kristen. Unsur kebudayaan yang beragam diikat oleh agama menjadi satu kesatuan. Sebagai konsekuensinya, jiwa manusia pun terikat.

Kemudian datanglah zaman modern yang menjadi antitesis zaman tersebut. Renaisans (*Renaissance*) berarti kelahiran kembali. Ia mengacu pada upaya untuk menghidupkan kembali kebudayaan Yunani-Romawi. Renaisans dimulai di Italia pada abad ke-14 oleh tokoh-tokoh di bidang kesusastraan, seperti Petrarca (1304-1374) dan Boccaccio (1313-1375), yang menggali inspirasi dari kesusastraan klasik Yunani-Romawi, dan dalam bidang seni rupa terdapat pelukis, pengukir, dan arsitek bernama Michelangelo (1475-1565).

Zaman modern ditandai dengan bangkitnya kesadaran akan kemampuan akal manusia dan memuncak pada masa pencerahan. Timbul sikap kritis terhadap wahyu, tradisi, dan kekuasaan. Keberhasilan mencolok pada abad modern ini adalah dikukuhkannya sains sebagai "agama" baru. Sains zaman ini dimulai dari pertanyaan sederhana tetapi mendasar:

1. apa unsur penyusun tubuh alam semesta,
2. apa itu perubahan, dan
3. bagaimana perubahan terjadi.

Jawabannya sebagai berikut:

1. Di alam semesta hanya ada tiga realitas: materi, ruang, dan waktu. Materi tersusun dari atom yang terikat untuk selamanya, sedangkan ruang dan waktu adalah absolut. Artinya, ruang dan waktu akan

selalu ada, bahkan jika materi di alam raya ini tidak ada. Ruang dan waktu bersifat tidak terbatas, universal, dan tidak berubah.

2. Perubahan hanya merupakan perpisahan, penggabungan, dan pergerakan dengan berbagai variasi dari partikel yang tetap tadi.
3. Perubahan dalam ruang dan waktu terlaksana dan diatur oleh hukum-hukum fisika.

Pernyataan pertama merupakan esensi dari materialisme ilmiah yang menjadi fondasi sains modern dan merupakan kelanjutan dari materialisme Yunani kuno, atomisme Democritus. Sedangkan pernyataan terakhir berimplikasi bahwa para ilmuwan hanyalah sekadar penonton yang berada di luar sistem. Seluruh fenomena di alam semesta dapat dimengerti tanpa harus dihantar pikiran.

Perkembangan terpenting pada waktu itu adalah lahirnya ilmu pengetahuan alam modern yang berdasarkan metode eksperimental dan matematis. Sains adalah ilmu pengetahuan yang didasarkan pada observasi dan eksperimen, sedangkan ilmu pengetahuan yang murni mengandalkan silogisme adalah filsafat. Sains dipisahkan dari filsafat, meskipun dalam perkembangannya sains melahirkan filsafat baru, filsafat sains.

Para perintis perkembangan ilmiah modern ini adalah Leonardo da Vinci (1452-1519), Nicolaus Copernicus (1473-1543), Galileo Galilei (1564-1642), dan Johannes Kepler (1571-1630). Sedangkan peletak dasar filosofis perkembangan ilmu pengetahuan adalah Francis Bacon (1561-1626) dengan *Novum Organum*-nya yang berarti logika baru. Bacon sangat anti-metafisika. Ia menekankan bahwa data seharusnya dikumpulkan dan eksperimen dilakukan untuk menyibak rahasia alam melalui pengamatan yang terorganisasi. Metode ini kemudian dikenal dengan *metode ilmiah*. Materialisme ilmiah semakin kukuh setelah mendapat basis matematis dari Isaac Newton dengan karyanya, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Newton membangun sistem mekanika yang dikenal sebagai mekanika klasik dan terbukti berhasil gemilang menjelaskan berbagai fenomena alam.

Keberhasilan mekanika Newton juga mengilhami bidang-bidang lain, seperti biologi, psikologi, sejarah, dan ekonomi. Biolog Thomas Henry Huxley menyatakan, “Pikiran yang sedang saya ungkapkan, juga pikiran Anda, tentang sesuatu adalah perwujudan dari perubahan-perubahan molekuler.” Pernyataan ini mempunyai implikasi bahwa pikiran manusia tidak dapat bebas memilih, mengingat gerakan materi yang ada di dalamnya berada dalam kontrol mekanis. Perubahan-perubahan materilah yang menghasilkan pemikiran-pemikiran, tidak lebih dari itu.

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA
AUCTORE
ISAACO NEWTONO,
EQUITE AURATO.
EDITIO SECUNDA AUCTIOR ET EMENDATIOR.
CANTABRIGIÆ, MDCCXIII.

Gambar 1 Karya Newton
sumber: www.newcastle.gov.uk/collections

Dalam psikologi behavioris materialistis yang dirintis oleh John B. Watson, digambarkan bahwa tindakan-tindakan manusia disebabkan oleh materi dan strukturnya. Manusia tidak ubahnya satu materi lembam yang bereaksi atas dorongan dari luar. Tindakan manusia adalah mekanisme respons dari rangsangan. Karena manusia tidak lebih dari sekadar entitas materi, tidak ada alasan untuk menolak bahwa manusia dapat diprogram seperti mesin.

Manusia, karena hanya merupakan kumpulan materi belaka, sebagaimana mesin yang memiliki daya penggerak, seperti uap air atau listrik, mempunyai pusat daya penggerak berupa insting dan hasrat atau nafsu. Pikiran tidak berperan mengatur karena pikiran adalah produk dari materi. Satu-satunya kunci untuk memahami psikologi manusia adalah insting dan hasrat sebagai sumber kegiatan dan pengatur manusia yang utama. Naluri paling dasar yang menggerakkan manusia, menurut Thomas Hobbes, adalah takut pada kematian, sedangkan me-

nurut Robert Malthus adalah takut atas kelaparan, dan menurut Sigmund Freud adalah nafsu seks.

Gagasan derivatif dari materialisme ilmiah yang paling menyesakkan dada orang beragama adalah dibuangnya Tuhan dalam dunia ilmiah. Meskipun bukan ateis, semata demi alasan metodologis, Bacon dan Descartes berpandangan bahwa Tuhan harus disingkirkan dalam ilmu alam. Materi bersifat abadi dan alam semesta ini bergerak dengan sendirinya secara mekanis seperti mesin. Karena itu, keberadaan Allah tidak diperlukan.

Freud mempertajam pandangan tersebut dengan mengatakan bahwa dalam agama, pada hakikatnya manusia melarikan diri dari realitas. Manusia bertingkah laku seperti anak kecil yang membutuhkan bapak yang mampu melindunginya dari keganasan alam. Jadi, manusialah yang menciptakan Allah, bukan Allah yang menciptakan manusia.

Keberhasilan sains, khususnya dalam sains kealaman, memunculkan keyakinan bahwa fisika Newtonian dan teori Maxwell mampu men-

Gambar 2 Manusia Mesin
sumber: digitalcortex.net

jelaskan semua peristiwa alam. Para ilmuwan yakin bahwa *the ultimate theory* telah didapatkan. Keyakinan ini diungkapkan oleh James Clerk Maxwell saat memberi kuliah inaugurasi di Cambridge University pada 1871. Maxwell menyatakan, ia optimis bahwa dalam waktu dekat semua konstanta fisika akan terestimasi. Alasannya, mekanika klasik dan elektrodinamika persamaan mendasarnya, selain dipandang mampu menggambarkan semua fenomena fisis, juga telah memicu revolusi industri.

Temuan terus berlangsung, tetapi tidak mendukung gagasan dasar fisika Newtonian maupun Maxwellian. Hasil eksperimen Michelson-Morley tidak dapat dijelaskan dengan transformasi Galilean dalam ruang dan waktu yang absolut, serta memaksa Einstein mengajukan postulat laju cahaya absolut di ruang hampa. Postulat ini selanjutnya memaksa sifat molor dan mengerutnya ruang-waktu, salah satu implikasi dari teori relativitas khusus. Implikasi lainnya adalah kesetaraan massa-energi, $E = mc^2$, yang dapat dipahami massa dan diubah menjadi energi dan sebaliknya.

Pada perkembangannya, kecepatan absolut cahaya menuntun lahirnya prinsip kausalitas bagi setiap proses yang saling terkait. Dua peristiwa yang saling terkait pada jarak tertentu tidak dapat berlangsung dalam selisih waktu yang rasio jarak dan waktunya melebihi kecepatan cahaya. Misal, astronaut Fahmi berada di planet di kawasan bintang Alpha Centauri, sedangkan saudaranya, Fahri, sedang menjelajah planet Mars yang berjarak sekitar empat tahun cahaya dari planet yang sedang dijelajah Fahmi. Keduanya sedang berkomunikasi dan saling kirim data pengamatan. Data yang dikirim Fahri tidak dapat sampai di pusat komputer Fahmi dalam waktu tiga atau dua tahun, apalagi esok hari. Data Fahri perlu waktu sedikitnya empat tahun untuk diterima Fahmi, demikian juga data yang dikirim Fahmi kepada Fahri.

Gaya gravitasi antarmateri Newtonian tidak melibatkan waktu dalam formulasinya, yang berarti interaksi dapat berlangsung sekejap meski jaraknya ribuan tahun cahaya. Ini jelas melanggar prinsip kausalitas. Karena itu, gravitasi Newtonian harus direvisi untuk skala besar,

skala antarbintang maupun antargalaksi. Upaya revisi atau perluasan teori gravitasi Newton melahirkan teori relativitas umum.

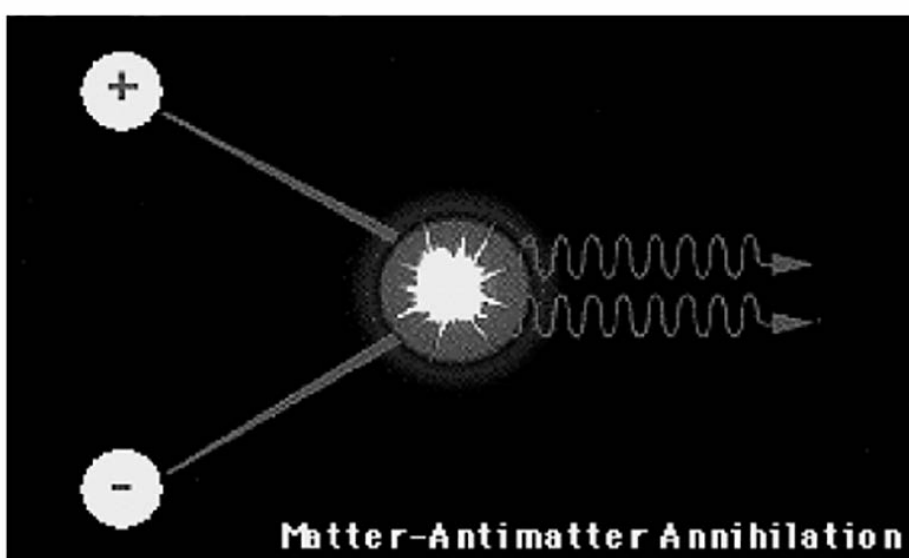
Gagasan materi sebagai materi dan gelombang sebagai gelombang fisika klasik tidak dapat diterapkan untuk menjelaskan fenomena distribusi radiasi benda hitam, efek fotolistrik, efek Compton, dan difraksi elektron. Fenomena-fenomena ini hanya dapat dijelaskan jika materi maupun gelombang mempunyai dua sifat sekaligus, sifat materi dan gelombang. Sifat ini memaksa kelahiran teori baru, yakni mekanika kuantum.

Teori relativitas khusus dengan laju cahaya absolut yang tidak bergantung pengamat seolah mendukung firman berikut.

Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. (QS Al-Nûr [24]: 35)

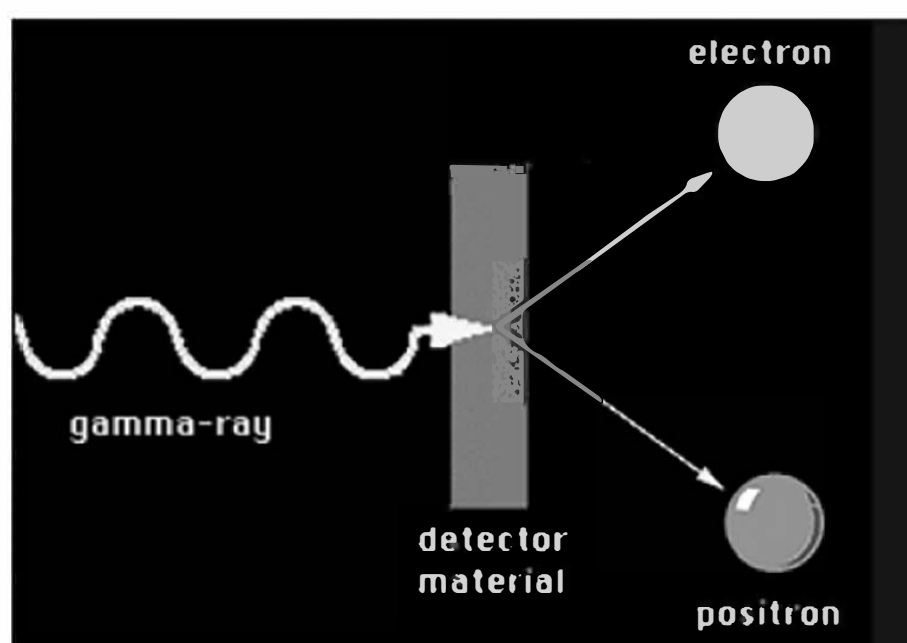
Tuhan Allah bersifat absolut, tidak ada kekuasaan yang dapat melampaui-Nya. Diri-Nya melampaui langit dan Bumi, tidak ada yang menyamai. Dalam ciptaan-Nya, sifat ini diwakili sifat cahaya yang meliputi langit dan Bumi, kecepatan geraknya tidak dapat dilampaui oleh benda lain, bahkan tidak dipengaruhi oleh keadaan orang-orang yang mengamatinya.

Cahaya bergerak dengan kecepatan batas atau kecepatan tertinggi adalah hasil perumusan mekanika, tepatnya mekanika relativistik. Dalam Kitab Suci, cahaya adalah perumpamaan bagi Allah. Relativitas khusus yang lahir dari rahim peradaban materialis ateistik ternyata menyiratkan hasil yang mampu memberi sifat-sifat ketuhanan. Artinya, relativitas khusus pro-Tuhan. Upaya pembenaran atau tepatnya ayatisasi[1] suatu teori inilah yang disebut islamisasi sains. Sains diislamkan, dicocokkan dengan ajaran-ajaran atau firman-firman di dalam Kitab Suci.

1 Mengemukakan satu ayat tertentu yang berkenaan dengan sebuah fenomena.

Gambar 3 Pemusnahan Elektron-Positron
sumber: certificate.ulo.ucl.ac.uk/module

Sifat dasar awal teori relativitas, baik yang khusus maupun yang umum, dan teori kuantum tidak sesuai dengan sifat dasar fisika klasik. Oleh karena itu, diharapkan dua teori baru ini akan bergerak tidak menjauhi Tuhan, tetapi sebaliknya. Dalam banyak hal, harapan ini memang terpenuhi sehingga teori baru ini lebih religius dibandingkan dengan teori sebelumnya yang cenderung ateis. Namun, karena keduanya lahir dari teori pendahulu yang menjauhi Tuhan, religiositasnya perlu diformalkan, perlu "disyahadatkan" dengan ayat-ayat dalam Kitab Suci. Pengislaman teori-teori sains dengan mencarikan ayat-ayat yang sesuai disebut islamisasi sains.

Perkawinan relativitas khusus dan mekanika kuantum melahirkan teori yang memungkinkan elektron mempunyai pasangan yang hanya berbeda muatan listriknya. Menariknya, jika elektron bertemu dengan pasangannya, positron, keduanya akan lenyap. Sebagai gantinya, muncul foton yang merupakan kuanta atau paket dari cahaya.

Sebaliknya, jika foton mempunyai energi cukup dan melalui area tertentu, ia akan lenyap dan tercipta pasangan elektron-positron (Gambar 4). Mengapa sifat ini menarik? Sifat ini tidak ada di alam fisika sebelumnya, yaitu fisika klasik yang menyatakan bahwa partikel atau materi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Akibatnya, partikel sebagai penyusun materi dan alam semesta berada dalam keabadian masa lalu dan masa mendatang. Artinya, partikel, materi, dan alam semesta abadi, tidak tercipta dan tidak dapat musnah. Karena abadi berarti tidak memerlukan pencipta, tidak perlu Tuhan. Singkat

Gambar 4 Elektron-Positron Tercipta
sumber: astroa.physics.metv.edu.tr/lece/

kata, mekanika klasik membawa pada penyangkalan keberadaan Sang Pencipta.

Gagasan mengenai pasangan elektron-positron diperluas menjadi gagasan pasangan partikel-antipartikel, materi-antimateri. Setiap partikel mempunyai antipartikelnya, setiap materi mempunyai pasangan antimaterinya. Partikel dan antipartikel, materi dan antimateri akan musnah jika bertemu. Jika materi-antimateri dapat lenyap; alam semesta, secara teoretis, suatu ketika dapat lenyap, musnah. Seluruh materi musnah. Dengan demikian, konsep materi-antimateri dari teori kuantum-relativistik ini lebih teistik daripada teori klasik yang menyatakan keabadian materi.

Materi-antimateri merupakan pasangan yang menawarkan gagasan kehancuran alam semesta yang oleh orang Islam disebut Kiamat. Pasangan materi-antimateri lebih islami dibandingkan dengan konsep materi klasik. Coba perhatikan ayat berikut ini, ayat yang mendukung keberadaan pasangan materi-antimateri.

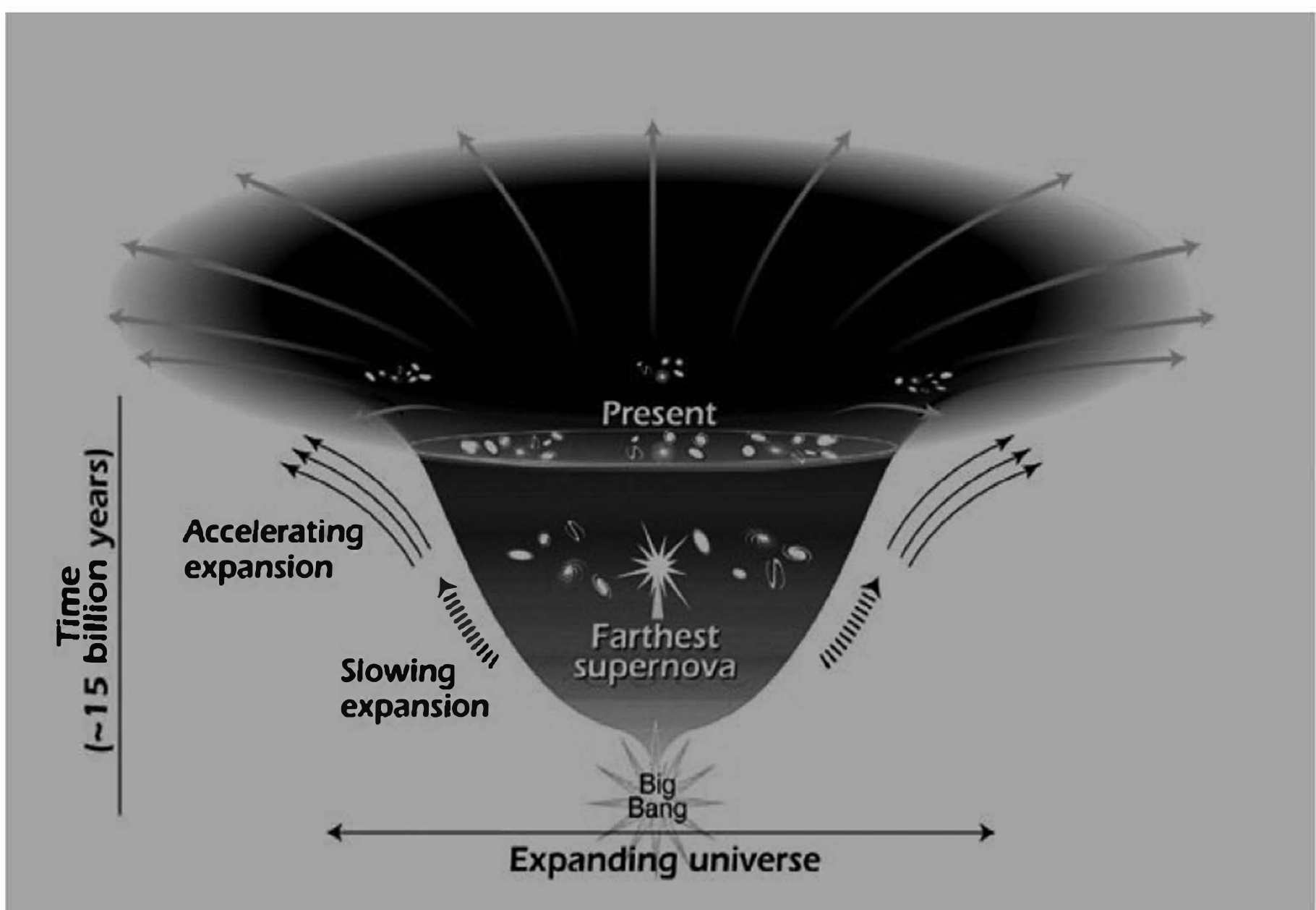
Mahasuci (Allah) yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka sendiri maupun dari apa yang tidak mereka ketahui. (QS Yâ' Sîn [36]: 36)

Materi-antimateri adalah pasangan yang tidak dapat segera diketahui, meskipun akhirnya diketahui dan yang mengetahuinya hanya sekelompok kecil manusia, yaitu ahli fisika partikel.

Pengamatan lain memperlihatkan bahwa spektrum cahaya yang dipancarkan dari ruang angkasa, dari galaksi-galaksi, bergeser ke arah merah (*redshift*). Pergeseran spektrum ini menandakan bahwa sumber cahaya bergerak menjauhi Bumi. Artinya, galaksi-galaksi sedang bergerak menjauhi Bumi. Jika Bumi diposisikan sebagai pusat alam, berarti volume alam semesta terus membesar. Dengan demikian, jika kita mundur ke masa lalu, kita akan menemui alam semesta yang me-

ngecil, menyusut sampai suatu waktu yang kita sebut waktu nol dan radius alam semesta juga nol atau setidaknya mendekati nol.

Karena massa dan radiasi alam semesta yang ada seperti saat ini terkumpul dalam volume ruang-waktu yang limit nol, kerapatan energi dan massa menjadi luar biasa besar, tak berhingga. Temperatur juga tak berhingga. Kemudian, ruang-waktu nol ini muncul dan meledak dengan dahsyat, inilah The Big Bang. Alam semesta berawal dari ketiadaan murni, tidak ada ruang-waktu, tidak ada massa maupun energi. Lalu, dari mana asalnya massa dan energi? Dari mana ruang dan waktu? Pertanyaan yang belum terjawab oleh sains dan kemungkinan memang tidak akan terjawab. Sebab, logika dan akal kita berada di ruang-waktu, terikat oleh ruang-waktu, maka perjalanan akal juga hanya sebatas medium ruang-waktu, tidak dapat menembus pada masa sebelum The Big Bang.

Ledakan besar The Big Bang mengawali penciptaan alam semesta dan ayat yang mendukungnya, yaitu:

Gambar 5 Alam Semesta dari Ledakan Besar
sumber: www.nasa.gov/missions/deepspace

(Allah) Pencipta langit dan bumi. Apabila Dia hendak menetapkan sesuatu, Dia hanya berkata kepadanya, "Jadilah!" Maka jadilah sesuatu itu. (QS Al-Baqarah [2]: 117)

Amran adalah sesuatu dan dapat dipahami sebagai ide atau pikiran Tuhan tentang alam semesta yang terdiri dari langit dan Bumi, bukan alam semesta itu sendiri. Bunyi keras dentuman ibarat suara Sang Pencipta, "*Kun*, ... Bang!!!" The Big Bang pun mempunyai sinyalemen wahyu.

Perkembangan alam semesta dapat dirumuskan secara formal matematis dengan persamaan medan Einstein dalam relativitas umum. Alam semesta bermula dari ketiadaan, kemudian meledak dan berkembang, terus berkembang sampai saat ini. Perkembangan alam semesta ini pun perlu dikuatkan dengan wahyu.

Dan langit Kami bangun dengan kekuasaan (Kami) dan Kami benar-benar meluaskannya. (QS Al-Dzâriyât [51]: 47)

Masih banyak lagi temuan dan teori sains mutakhir yang sesuai dengan wahyu. Meskipun demikian, upaya perlawanan terhadap religiusisasi terus dilakukan. Beberapa ahli fisika papan atas ada yang berusaha mempertahankan dan memperbarui teori jagat raya statik yang tidak berawal dan tidak berakhir sehingga tujuan penciptaan tetap tak relevan dan tak bermakna.

Peristiwa penafian Tuhan yang paling menghebohkan pada awal milenium ketiga adalah terbitnya buku terbaru fisikawan terbesar dan terunik yang masih hidup saat ini, Stephen Hawking. Di pertengahan paruh kedua 2010, fisikawan legendaris yang lumpuh hampir total tersebut memublikasi pandangan terbarunya dalam buku *The Grand*

Design. Berbeda dengan buku sebelumnya, *A Briefer History of Time*, dalam buku terbaru ini Hawking terkesan menolak peran Tuhan sebagai pencipta jagat raya. Ia menulis,

> "According to M-theory, ours is not the only universe. Instead, M-theory predicts that a great many universe were created of nothing. Their creation does not require the intervention of some supernatural being or God. Rather, these multiple universes arise naturally from physical law. They a prediction of science."

Upaya islamisasi sains kadang-kadang terpeleset dalam arabisasi sains, istilah-istilah sains diganti dari bahasa Inggris atau bahasa Eropa lainnya menjadi bahasa Arab. Upaya islamisasi sains yang kadang dikatakan sebagai upaya mencocok-cocokkan teori atau temuan sains dengan Islam, oleh sebagian kalangan dipandang naif, kurang elegan, bahkan berbahaya. Alasannya, sains suatu saat bisa diketahui salah sehingga dikhawatirkan orang juga ikut menganggap wahyu yang terkait dengannya salah. Alasan dan kekhawatiran yang sebenarnya tidak perlu terjadi karena jarang sekali atau hampir tidak ada orang yang menganggap wahyu salah ketika sains terbukti salah. Orang akan berpandangan bahwa tafsir atau interpretasi atas wahyulah yang salah, bukan ayat atau wahyu itu sendiri. Meskipun demikian, kritik tersebut tetap harus diterima sebagai peringatan sambil terus mendorong upaya lahirnya bangunan sains dengan paradigma baru, sains berbasis wahyu.

Saintifikasi Islam

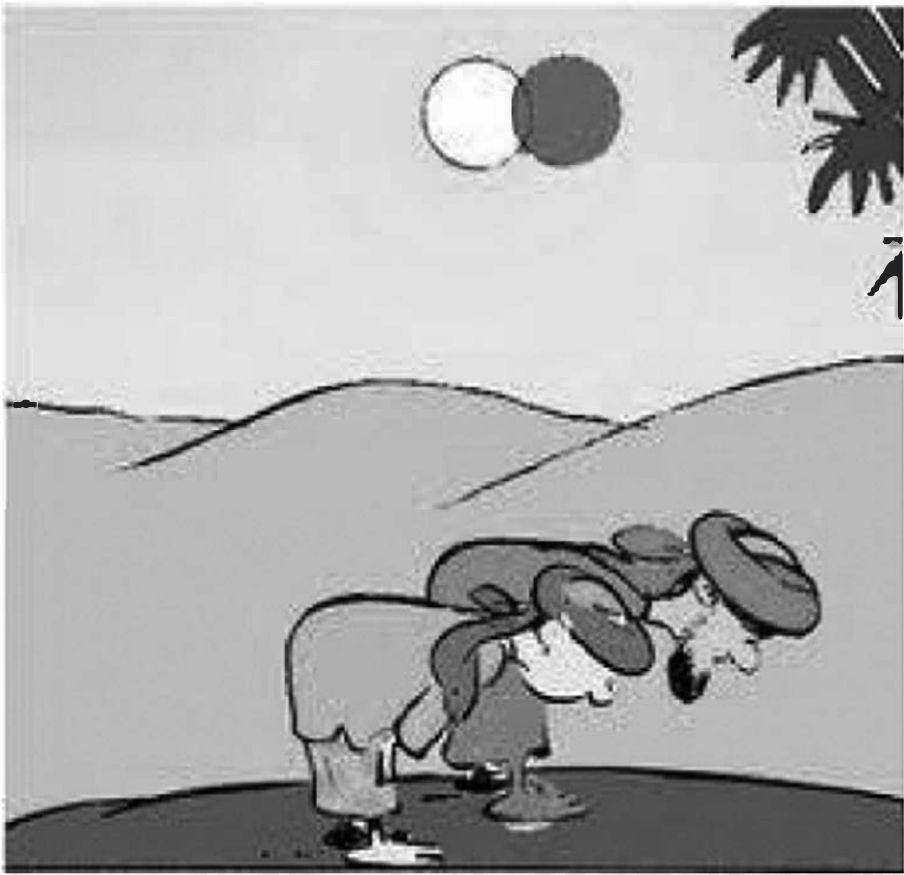
Banyak cara orang mengungkapkan rasa cintanya pada Islam. Ungkapan tersebut tentu sesuai tingkat pemahaman, kemampuan, dan kapasitas masing-masing. Dengan kata lain, cara dan pengungkapan akan mencerminkan pemahaman dan kemampuan seseorang atau kelompok

Gambar 6 Majelis *Sema'an* Al-Quran
sumber: www.kabarindonesia.com

tersebut. Sekelompok masyarakat Muslim berkeinginan membangun masjid yang bagus, tetapi sayang, mereka tidak mampu mewujudkannya karena tidak ada dana. Mereka memasang tong bekas di tengah jalan, memasang pengeras suara, dan dua-tiga orang membawa ember untuk menampung sedekah jariyah orang yang lalu-lalang di jalan tersebut.

Sebagian Muslim lain mengadakan majelis hafalan atau *sema'an* Al-Quran. Berpuluh-puluh bahkan ratusan Muslim berkumpul seharian sejak shubuh sampai maghrib, atau sebaliknya sejak maghrib sampai shubuh, untuk menyimak dua-tiga hafiz yang membaca Al-Quran. Sebagian lagi membentuk kelompok jihad yang kadang diidentifikasi sebagai kelompok teroris.

Sebagian Muslim berupaya menampilkan Islam tampak modern dan ilmiah—tidak ketinggalan zaman, tidak *out of date* atau *ndeso*. Ajaran Islam dijelaskan dengan menggunakan teori-teori ilmiah. Islam dilihat dengan kacamata rasional. Upaya pengilmiahan berbagai ajaran Islam tampak cukup semarak dan mempunyai peminat.

Shalat sebagai kewajiban utama umat Muslim—terdiri dari serangkaian gerakan, mulai mengangkat kedua tangan hingga sejajar telinga ketika takbiratul ihram sampai dengan menoleh kanan dan kiri sambil mengucap

Gambar 7 Posisi Ruku'
sumber: www.kaskus.us/showthread

salam—dijelaskan secara ilmiah, tepatnya secara medis. Ketika ruku', kita melatih kandung kemih agar terhindar dari kanker prostat, i'tidal dapat melancarkan pencernaan, sujud dapat melancarkan oksigen ke otak dan meningkatkan kesuburan wanita, duduk iftirasy dapat mencegah nyeri pangkal paha, dan seterusnya.

Hikmah dan "teori" shalat khusyuk juga diberikan terkait dengan gerakan, bacaan, konsentrasi pikiran, dan penyiapan hati. Suasana dan efek kejiwaan shalat khusyuk diuraikan secara terperinci. Buku dan pelatihan shalat khusyuk pun marak di mana-mana.

Salah satu amalan yang pernah dilakukan Rasulullah Saw. sebelum shalat adalah bersiwak, yaitu menggosok gigi dengan sebatang kayu siwak (*Salvadora persica*) kering. Sebagian Muslim masih melakukan amalan ini. Kita kadang berdiri berdampingan dengan orang yang bersiwak menjelang shalat berjamaah, dan barangkali kita termasuk orang yang merasa tidak sreg dengan siwak tersebut.

Sebagian orang membayangkan sebatang kayu dibawa ke mana-mana, lalu digosokkan pada gigi ketika hendak shalat. Betapa kotornya. Agar kesan kotor, menjijikkan, dan *ndeso* hilang, sebagian Muslim berusaha menjelaskan bahan siwak dan tata cara penggunaannya sesuai dengan ilmu kesehatan. Selain upaya penjelasan ilmiah, pembentukan citra positif terhadap siwak juga dilakukan

LEVEL SHALAT KHUSYUK
Khusyuk
Perasaan
Pikiran
Bacaan
Gerakan
Persiapan

Gambar 8 Bagan Menuju Shalat Khusyuk
sumber: manajemensholat.wordpress.com

Gambar 9 Siwak
sumber: cah.purbalingga.blogspot.com

Gambar 10 Pasta Gigi Siwak
sumber: rumahherbalmadu.com

dengan membuat produk pasta gigi berlabel siwak. Siwak pun tampak modern dan ilmiah.

Banyak lagi hal atau ajaran Islam yang berusaha dijelaskan menurut kerangka ilmiah. Mukjizat ilmiah Al-Quran dapat dikelompokkan dalam upaya saintifikasi Islam ini. Hasil riset Universitas Al-Azhar menyatakan bahwa membaca Al-Quran dapat meningkatkan kinerja otak dan mempertajam ingatan sampai 80 persen. Ada tiga aktivitas yang baik bagi otak, yaitu melihat, mendengar, dan membaca. Waktu yang bagus untuk membaca Al-Quran adalah setelah shalat, terutama setelah shalat Shubuh dan Maghrib. Pada dua waktu tersebut otak dalam keadaan segar karena pergantian waktu dari terang ke gelap dan sebaliknya. Ini contoh saintifikasi membaca Al-Quran.

Sains Islam

Dalam islamisasi sains, sains dapat diibaratkan sebagai masyarakat negara maju, semisal, orang Jepang atau orang Eropa yang berpakaian rapi, tidak membuang sampah sembarangan, disiplin,

Gambar 11 Ilmuwan Muslim
sumber: thebibliothek.wordpress.com

pekerja keras, berpikir rasional dan ilmiah, serta menepati janji. Meskipun mereka telah mengamalkan nilai-nilai dasar Islam, tetapi orang Jepang atau orang Eropa, secara *syar'i*, belum (memeluk) Islam karena belum membaca dua kalimat syahadat, tidak menjalankan shalat, dan seterusnya.

Dalam saintifikasi Islam, sebagian ajaran Islam diumpamakan sebagai sosok yang kumal dan ketinggalan zaman. Karenanya, perlu dipoles dengan dandanan mutakhir, ilmu pengetahuan.

Pola ketiga interaksi dan integrasi antara sains dan Islam adalah sains Islam, yaitu sains yang sepenuhnya dibangun atas fondasi wahyu dan tradisi, Al-Quran dan Sunnah. Uraian lebih lengkap akan dipaparkan dalam bab berikutnya.[]

Sains Islam

(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka." (QS Âli 'Imrân [3]: 191)

Sains adalah pengetahuan yang sistematis. Sains adalah suatu eksplorasi ke alam materi berdasarkan observasi dan mencari hubungan-hubungan alamiah yang teratur mengenai fenomena yang diamati serta bersifat mampu menguji diri sendiri. Sains bertumpu pada objektivitas yang dapat diuji ulang dan merupakan kontribusi semua ilmuwan di muka Bumi tanpa pandang bangsa dan agama. Setiap orang dapat berkontribusi dan mendapatkan penghargaan tertinggi dalam sains, hadiah Nobel. Sebut saja L.D. Landau (1962) dari Rusia yang negerinya notabene komunis-ateis, Chen-Ning Yang dan Tsung-Dao Lee (1957) dari Cina yang komunis-Kong Hu Cu, Hideki Yukawa (1949) dari Jepang yang Buddhis-Zen, C.V. Raman (1930) dari India yang Hindu, Abdus Salam (1979) dari Pakistan yang Muslim, dan Enrico Fermi (1938) dari Italia.

Disinggung pada bab terdahulu, perkembangan sains dalam sebuah kalangan masyarakat juga dibarengi dengan tumbuhnya berbagai krisis, baik lingkungan maupun sosial. Kemajuan sains dan teknologi Jepang tidak diragukan lagi. Hampir semua produk teknologi yang beredar di pasaran Indonesia bermerek Jepang. Toyota, Honda,

Yamaha, Suzuki, Daihatsu adalah tulisan yang menempel di kendaraan-kendaraan yang berseliweran di jalanan. Toshiba, Sony, Fujitsu adalah *notebook* yang mengisi ruang kerja kantor dan rumah. Kanebo tersimpan di ruang rias wanita, Ajinomoto tersedia di dapur, dan sabun Shinzu'i berada di kamar mandi. Jika pada 1945 Nagasaki dan Hiroshima dihujani bom atom oleh Amerika, pada 2011 PLTN Fukushima diguncang gempa dan dihajar tsunami. Akan tetapi, kecanggihan ilmuwan dan insinyur Jepang mampu mengatasi dua kasus nuklir tersebut dengan sigap.

Secara formal, kepercayaan yang dianut masyarakat Jepang adalah Shinto dan Buddhisme Zen, tetapi mereka tetap dapat menjadi negara maju dengan penguasaan penuh atas sains dan teknologi. Tidak dapat dimungkiri, Jepang pun menjadi salah satu kiblat sains-teknologi, selain ekonomi. Di lain pihak, harus diakui bahwa masyarakat Jepang juga menerapkan pola hidup seks bebas. Pada salah satu edisi, *Hiragana Times* (2000) melaporkan hasil angket yang menyatakan bahwa 90,6 persen wanita Jepang yang akan menikah sudah tidak perawan lagi. Para mahasiswa Eropa yang pertama kali masuk Jepang pun terperangah dengan kenyataan tersebut. Menurut mereka, seperti disebutkan dalam *Hiragana Times*, Jepang lebih Barat daripada Barat dan mereka menjuluki Jepang sebagai *sex's paradise*.

Kehidupan seks bebas di Jepang telah sampai pada taraf yang memprihatinkan. Kenyataan ini cukup menyentak para orangtua, khususnya para ibu. Pada 1999, Komunitas Muslim Saijou-Hiroshima menyelenggarakan seminar tentang Islam bagi masyarakat Jepang. Sambutan warga cukup antusias, kebanyakan yang hadir adalah ibu-ibu. Kecemasan akan anak-anak mereka yang terperangkap dalam pola hidup bebas adalah motivasi terbesar yang mendorong mereka hadir pada pertemuan tersebut. Mereka ingin kembali pada nilai-nilai agama yang dapat mencegah kehidupan bebas tersebut. Sayangnya, mereka tidak tahu seluk-beluk suatu agama.

Pergaulan bebas bukan satu-satunya persoalan di Jepang. Meskipun secara formal masyarakat beragama Shinto, ketika ditanya

mengenai agama yang mereka anut, anak muda Jepang kebingungan menjawabnya. *"Nani kana?"*[1] Bahkan mereka heran melihat orang asing yang taat beragama.

Fenomena longgarnya norma pergaulan antarlawan jenis juga terjadi hampir di seluruh kota besar, tak terkecuali negara mayoritas berpenduduk Muslim. Makin maju suatu negeri, identik dengan makin longgarnya norma agama dan makin mewabahnya pergaulan dan seks bebas. Agama melemah dan bagai tak berdaya berhadapan dengan modernisme yang ditopang oleh sains dan teknologi. Masihkah sains dipandang netral dan tidak membangun kultur hedonis, juga *free sex*, di seluruh masyarakat dengan berbagai latar belakang agama?

Prinsip Kreasi

Sains merupakan produk olah pikir manusia, sebagaimana halnya produk-produk lain, seperti patung, lukisan, musik, pakaian, dan mobil. Desain toilet di tempat umum, seperti stasiun kereta api, terminal bus, pelabuhan laut, dan bandara udara, juga merupakan produk manusia.

Indonesia, meskipun mayoritas penduduknya Muslim bahkan terbesar di dunia, tetapi kompleks perumahan mewahnya banyak dihiasi patung-patung bidadari kecil. Ini artinya, sang pengusaha *real estate*, kontraktor, arsitek, desainer, atau seniman kreator patung ini pasti mempunyai pemahaman dan mungkin juga kepercayaan akan bidadari-bidadari penyelamat manusia dari berbagai rasa keputusasaan dan penderitaan. Rasa dan rasio mereka terekspresi di dalam rancangan dan karya patung tersebut. Singkat kata, tata nilai sang perancang terekspresi dalam karya dan produknya.

Saat ini banyak orang di berbagai negeri mengenakan celana *jeans*, mengacu pada mode mutakhir. Mereka mengenakannya untuk mendapatkan pengakuan bahwa mereka tak ketinggalan zaman, *up to date,* dan trendi. Maklum, produk ini berasal dari pusat kemajuan masa kini, Amerika. Dengan demikian, produk ini pun membawa tata nilai

---

1 "Apa, ya?"

Gambar 1 Patung Bidadari Kecil
sumber: pix.com.ua/id/art/sculputures

orang-orang Amerika. Adakah yang salah dengan orang Amerika terkait dengan celana ini sehingga kita perlu menggugatnya?

Dalam perspektif Muslim, ada tiga catatan yang perlu disampaikan atas produk celana *jeans*, khususnya yang bermodel ketat. *Pertama*, celana ketat tersebut, meski menutupi anggota badan, tetapi memperlihatkan lekukan tubuh dengan jelas—suatu hal yang dilarang oleh Islam, terutama bagi muslimah. *Kedua*, celana ketat akan menyulitkan pemakainya bila akan buang air kecil. Karena sulit, kemungkinan sang pemakai celana terpaksa buang air kecil sambil berdiri. Padahal, hal tersebut tidak dianjurkan dalam etika Islam. Bila buang air kecil dengan berdiri tetap dilakukan, sementara celana sangat ketat sehingga tidak dapat dilipat atau disingsingkan ke atas, hampir dapat dipastikan celana tersebut akan terkena cipratan air seni. Akibatnya, celana menjadi najis dan tidak dapat digunakan untuk shalat, atau kalau dipaksakan untuk shalat, shalatnya akan batal alias sia-sia. *Ketiga*, anak muda sekarang banyak yang mengenakan baju atau kaus yang relatif pendek. Akibatnya, ketika ruku' atau sujud, baju atau kaus tersebut terangkat naik sehingga bagian di bawah pusar dan celana dalamnya kelihatan. Lagi-lagi shalatnya menjadi sia-sia atau batal.

Sang desainer celana ketat ini menganut nilai-nilai yang mewakili masyarakatnya yang tidak mempunyai kewajiban shalat dengan prasyarat kesucian diri. Sang perancang busana ini tidak mengenal ajaran yang melarang perempuan mengenakan pakaian yang dapat memperlihatkan lekuk tubuh pemakainya. Bahkan sebaliknya, diperkenankan

Gambar 2 Celana *Jeans*
sumber: incrediware.blogspot.com

mengeksploitasi tubuh untuk menarik perhatian, khususnya lawan jenis, sesuai dengan teori libido seksual mereka.

Orang Barat tidak peduli dengan hal tersebut. Mereka bisa buang air kecil di semua tempat dengan duduk atau berdiri serta menghadap ke mana saja. Mereka tidak bermasalah apakah celana mereka terkena cipratan air seninya atau tidak. Mereka tidak perlu menyingsingkan celana. Itulah nilai mereka.

Celana ketat sangat menyulitkan Muslim dan muslimah. Suatu ketika, pemakai celana ketat akan berpikir bahwa Islam tidak praktis, tidak cocok dengan mode dan cita rasa kehidupan modern. Ujung-ujungnya, mereka akan beranggapan bahwa Islam adalah agama yang *out of date*. Mereka pun menjalankan Islam sekadarnya, seperti menjalankan shalat tanpa peduli syarat sah dan batalnya, sebelum akhirnya meninggalkan sama sekali dan sekadar menjadi Muslim minimalis, Muslim KTP.

Musik membawa nilai-nilai yang dianut sang musisi. Perhatikan dengan saksama simbol api dan tengkorak yang dipakai band Metallica. Banyak gambar dapat dipilih Metallica, tetapi mengapa mereka memilih gambar tersebut? Apa artinya? Siapa orang-orang dalam kelompok

Gambar 3 Simbol Metallica
sumber: www.htzfm.com

musik ini? Bagaimana gaya hidup mereka? Siapa penggemar dan fans Metallica?

Gambar tengkorak terbakar ini merefleksikan jiwa yang marah dan memberontak. Kepala yang panas terbakar dan berteriak. Sedangkan tengkorak biasa dikaitkan dengan orang mati dan setan. Orang-orang yang melantunkan lagu-lagu Metallica seolah sedang menuju kematian kesadaran, marah, atau mungkin kerasukan setan. Karena itu, mereka merasa bisa bertindak apa saja sesuka hati. Bebas sebebas-bebasnya, bebas tanpa batas.

Musik Metallica mewakili jiwa-jiwa yang resah. Keresahan ini diungkapkan melalui musik keras yang menghentak. Ekspresi selanjutnya adalah menenggak minuman keras sampai mabuk dan lupa akan beban hidup. Perilaku ini mencerminkan kondisi jiwa dan nilai-nilai personel Metallica dan penggemarnya.

Sekarang perhatikan "karya seni" yang lain, majalah *Playboy* yang bersimbol kelinci berdasi kupu-kupu. Berbeda dari simbolnya yang lucu, *Playboy* berisi gambar-gambar wanita dengan pose seronok. Apa yang ada di kepala dan hati orang-orang yang menggagas, membiayai, dan menerbitkan majalah ini? Apa yang ada di pikiran dan jiwa wanita-wanita yang bersedia dipotret ini?

Kemudian, perhatikan perubahan yang terjadi pada pembaca majalah ini. Perhatikan orang-orang yang menyimpan *Playboy* dan sejenisnya. Siapa pun mereka, baik sopir angkot, pramuniaga, tukang becak, kuli bangunan,

Gambar 4 Logo Majalah Playboy
sumber: universitas-kehidupan.blogspot.com

buruh pabrik, karyawan, manajer, direktur, pelajar, mahasiswa, guru, dosen, pendeta, ustad, kiai, maupun anggota dewan akan mulai berpikir, berucap, dan bertindak mesum.

Playboy adalah produk sekaligus pembawa pesan masyarakat penganut hidup bebas. *Playboy*, pelan tapi pasti, akan menggiring pada kehidupan mesum, membangun pola hidup bagai binatang, mengumbar aurat dan berpelukan di depan umum tanpa rasa malu.

Dan demikian (pula) di antara manusia, makhluk bergerak yang bernyawa dan hewan-hewan ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Di antara hamba-hamba Allah yang takut kepada-Nya, hanyalah para ulama. Sungguh, Allah Mahaperkasa, Maha Pengampun. (QS Fâthir [35]: 28)

Itulah nilai yang dibawa dan dipropagandakan *Playboy*. Orang yang mengonsumsi *Playboy*, siapa pun orangnya, akan menjadi pelamun dan lemah ingatan. Tentu hal ini tidak berlaku bagi mereka yang takut kepada Allah dan meyakini datangnya Hari Pembalasan.

Sekarang bayangkan, suatu hari kita tersesat di daerah yang asing, lalu kita mendatangi rumah seseorang untuk bertanya. Di ruang tamu kita lihat sebuah hiasan dinding berupa kaligrafi.

Kita pun mantap mengucapkan, “Assalamu ‘alaikum,” karena yakin pemilik rumah bukan penganut Nasrani atau Hindu. Hiasan dinding ini memberi tahu bahwa pemilik rumah adalah Muslim. Benda atau hiasan apa pun yang berada di rumah kita mencerminkan nilai yang kita anut.

Hal yang sama juga kita lakukan jika ketemu dan ingin menyapa seseorang yang tidak kita kenal, tetapi orang tersebut mengenakan baju koko. Sebabnya, sang pemakai dapat dipastikan seorang Muslim dan kemungkinan bukan Muslim awam. Atau kita pasti kaget dan bertanya-tanya jika seorang teman yang biasanya kasar bak preman, baik tutur kata, perilaku, maupun penampilannya, tiba-tiba mengenakan baju koko.

Gambar 5 Kaligrafi
sumber: ghoten.wordpress.com

Apa yang baru terjadi dan dialami sang teman? Peristiwa hebat apa yang membuatnya berubah drastis? Pertanyaan ini dipicu oleh persepsi kita bahwa orang yang mengenakan baju muslim adalah para ustad, santri, dan orang-orang yang akan menghadiri majelis taklim. Pemakai baju koko adalah mereka yang tutur bahasanya lembut dan halus serta berperilaku santun. Baju koko membawa tata nilai.

Gambar 6 Baju Koko
sumber: gamismuslim.blogspot.com/2009

Di Indonesia, ada penyanyi dan grup musik yang melegen-

da khususnya di kalangan Muslim, Rhoma Irama dan Sonetanya. Perhatikan penampilan Rhoma Irama yang dijuluki Si Raja Dangdut ini saat tampil di panggung. Dia dan personel Soneta sering mengenakan baju serbaputih yang melambangkan kesucian atau baju berlengan panjang dengan selendang yang dikalungkan seperti serban yang umum digunakan oleh Muslim Timur Tengah. Rhoma Irama dan Soneta memang mengidentifikasikan diri sebagai *Sound of Moslem*. Seragam ketika di atas panggung dan lagu-lagu yang dinyanyikan mewakili identitasnya sebagai Muslim. Musik membawa tata nilai.

Kelompok tarekat Islam, misal, kelompok sufi juga terbiasa menari dengan pakaiannya yang khas, longgar dan menutupi tubuh, bukan pakaian ketat, terbuka, dan sobek sana-sini. Gerak tari mereka pun bukan gerakan erotis, tetapi gerak ritmis yang menggambarkan pendakian menuju Tuhan. Tarian ini dikenal sebagai tarian menuju Tuhan. Tarian yang merefleksikan nilai.

Gambar 7 Tarian Sufi
sumber: khaldun.blogspot.friendster.com

Contoh demi contoh di depan memperlihatkan kesamaan berlakunya "Prinsip Kreasi". Setiap kreasi membawa nilai-nilai penciptanya, setiap produk membawa ideologi produsennya.

Sains juga produk manusia. Ia membawa pandangan dunia tertentu penciptanya. Dibandingkan dengan benda-benda yang disebutkan sebelumnya, sains lebih abstrak. Kita hanya mengenal satu sains, yaitu sains Barat atau sains modern yang tumbuh di Eropa sejak abad pertengahan. Sains ini diajarkan sejak SD sampai perguruan tinggi. Karena tidak ada bandingannya, sains yang ada saat ini seolah-olah menjadi satu-satunya kebenaran yang sah tentang deskripsi alam semesta.

Materialisme ilmiah yang merupakan kelanjutan sekaligus penyempurnaan materialisme Yunani kuno, atomisme Democritus, menyatakan bahwa realitas hanya terdiri dari materi yang tidak tercipta dan tidak dapat

dimusnahkan, itulah fondasi sains modern. Reduksi realitas ke dalam materi belaka telah memberikan kemajuan luar biasa. Namun, pada saat yang sama juga memunculkan pandangan hidup yang menolak realitas selain materi, seperti alam gaib, sebagaimana diajarkan oleh agama-agama langit, termasuk Islam.

Gambar 8 Albert Einstein, Ilmuwan Terbesar Abad ke-20

Pilar Bangunan Sains

Pada prinsipnya setiap sains dibangun di atas tiga dasar utama, yaitu fondasi atau pilar ontologi, aksiologi, dan epistemologi. Untuk mengetahui nilai yang dibawa suatu sains, termasuk sains modern, kita perlu melihat fondasi bangunan sains tersebut. Dari sini akan terlihat ketidaknetralan suatu sains dan implikasi filosofis dan sosialnya.

Pilar ontologi terkait dengan subjek atau realitas apa yang (dianggap) ada dan dapat dikaji atau diketahui. Aksiologi terkait dengan tujuan suatu ilmu pengetahuan, untuk apa. Sedangkan epistemologi berhubungan dengan cara dan sumber suatu pengetahuan, dengan apa atau bagaimana suatu pengetahuan dapat diperoleh. Ketiga pilar inilah yang menentukan karakteristik suatu sains, yang membedakan satu sains dengan sains yang lain.

Gambar 9 Pilar dan Bangunan Sains

Materialisme ilmiah menjadi inti sari ontologi sains Barat, realitas hanya terdiri dari materi, ruang, dan waktu. Tidak ada lagi selain itu. Jiwa hanyalah sekumpulan materi, berpikir hanyalah proses

material belaka. Tuhan hanya imajinasi manusia yang lemah dan tak berdaya. Sementara itu, malaikat dan setan dianggap sebagai lompatan agen bagi mereka yang tidak mampu menjelaskan aneka fenomena alam secara logis dan ilmiah.

Materialisme ini telah menjadi dogma di setiap pengajaran ilmu pengetahuan alam. Murid-murid menghafalkan, "Materi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan." Pernyataan sederhana ini mempunyai implikasi sangat serius bagi seorang Muslim.

Ajaran Islam tersari dalam prinsip tauhid *lâ ilâha illâllâh* yang terdeskripsi dalam Rukun Iman dan Rukun Islam. Seluruh bangunan pemikiran dan peradaban Islam bertumpu pada dua pilar utama ini. Rukun Iman terdiri dari enam keyakinan, yaitu yakin pada keberadaan Allah, malaikat, nabi, kitab, Hari Akhir, dan qadha-qadar.

Materialisme yang diajarkan dalam ilmu pengetahuan alam jelas berbenturan dengan Rukun Iman. Materi tidak dapat diciptakan berimplikasi bahwa materi ada dalam keabadian masa lalu tanpa awal penciptaan, yang berarti tidak memerlukan peran Sang Pencipta. Suatu ketika, seusai menerbitkan buku tentang alam semesta, Pierre Laplace didatangi Napoleon Bonaparte yang menanyakan tentang satu hal, yakni mengapa dalam buku tersebut Laplace tidak sekalipun menyebut Tuhan. Laplace menjawab dengan ringan, dia tidak membutuhkan hipotesis tentang Tuhan bagi keberadaan alam. Keberadaan dan peran Tuhan Allah ditolak oleh prinsip materialisme ilmiah.

Gambar 10 Skema Rukun Iman

Materi tidak dapat dimusnahkan berimplikasi pada penolakan Kiamat sebagai akhir perjalanan dunia. Penolakan Kiamat juga berarti penolakan akan Hari Kebangkitan dan Penghitungan amal setiap orang. Karena Hari Akhir dan Pembalasan tidak ada, pelanggaran norma terus meluas.

Dalam perspektif Islam, materialisme ilmiah menolak jantung Rukun Iman, yakni keyakinan akan peran Allah sebagai Pencipta segala sesuatu. Materialisme juga menolak Rukun Iman kelima tentang Hari Akhir yang ditandai dengan kehancuran materi. Padahal, setiap Muslim harus menerima keseluruhan Rukun Iman, tanpa terkecuali. Penolakan, meskipun hanya satu bagian, berarti kufur. Materialisme ilmiah membawa pada kekufuran.

Materialisme ilmiah dan Rukun Iman tidak dapat duduk berdampingan dengan normal karena keduanya bertentangan. Penerimaan keduanya secara bersamaan akan melahirkan paradoks. Masyarakatnya beragama, termasuk Islam, tetapi kesehariannya mengembangkan hidup asusila. Selain itu, pemaksaan menerima keduanya secara bersamaan akan melahirkan sikap mendua dan inkonsistensi berpikir karena dua hal tersebut bertentangan.

Langkah praktis mengatasi dualisme gagasan ini adalah dengan merevisi materialisme ilmiah di buku-buku ajar. Teori kuantum dan relativitas khusus telah memperlihatkan bahwa materi mempunyai antimateri yang dapat saling melenyapkan jika hadir secara bersamaan. Berdasarkan perkembangan ini, prinsip "materi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan" direvisi menjadi "materi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan dalam keadaan biasa". Keadaan biasa berarti keadaan dengan energi keseharian, tanpa kondisi khusus yang memungkinkan terjadinya penciptaan maupun pemusnahan materi-antimateri. Dalam keadaan tertentu, seperti keadaan energi cukup tinggi, penciptaan dan pemusnahan dapat dilakukan.

Pilar kedua bangunan sains adalah aksiologi, tujuan sains dibangun. Materialisme telah membuang transendensi sains, juga menyingkirkan tujuan akhir sains. Keadaan ini membuat ilmuwan hanya takjub pada dirinya sendiri ketika berhasil menyibak rahasia alam. Ujung dari pergerakan ini adalah nihilisme, kehampaan spiritual atau kekosongan ruhaniah. Perjalanan hidup manusia bak orang berenang di lautan luas tanpa tahu tepi sehingga tidak tahu harus berenang ke mana.

Aksiologi sains Barat hanya berupa kepuasan dan petualangan intelektual sang ilmuwan serta untuk sains itu sendiri. Sains apa saja dapat dan boleh dibangun sepanjang dana atau anggaran tersedia. Teori superdawai yang diharapkan menjadi teori tumpuan bagi unifikasi semua gaya terpaksa menjadi mimpi tanpa pembuktian atas kebenaran prediksinya ketika pada 1993 Superconducting Super Collider dihentikan oleh Kongres Amerika.

Sebagai fondasi epistemologi, sains Barat menerima dan mengagungkan rasionalisme, empirisme, dan objektivisme. Pengalaman empiris indriawi dirumuskan melalui metode yang dikenal sebagai metode ilmiah. Fakta-fakta merupakan sumber pengetahuan, dan pengetahuan tidak boleh melebihi fakta-fakta dan hubungan di antaranya. Inilah inti positivisme.

Dalam *Novum Organum* (Logika Baru), Bacon menolak metafisika spekulatif Aristoteles dan menekankan pandangan bahwa data seharusnya dikumpulkan dan eksperimen dilakukan untuk menyibak rahasia alam semesta melalui pengamatan terorganisasi. Intuisi dibatasi pada intuisi yang tumbuh dari pengalaman empiris belaka. Selain itu, karena sains Barat lahir dalam suasana konflik dengan gereja, sains Barat tumbuh dan berkembang dalam spirit penolakan terhadap wahyu sebagai sumber informasi pengetahuan.

Penolakan realitas secara utuh dan sumber informasi yang parsial akan melahirkan pengetahuan yang parsial. Masalah timbul ketika kenyataan ini tidak diakui secara objektif sesuai dengan objektivisme yang dianut sains. Alih-alih mengakui keterbatasan objek maupun sumber informasinya, sains justru melakukan klaim di luar wewenangnya.

Dalam pendekatan evolusioner sekalipun, tidak dapat dijelaskan bagaimana jiwa yang menyebabkan sekumpulan materi, berupa tubuh manusia maupun hewan, dapat menjadi makhluk hidup. Sains biologi maupun psikologi hanya mengeksplorasi dan memahami perkembangan, perilaku fisik, dan jiwa manusia setelah menjadi manusia. Hal yang sama juga dialami oleh alam semesta yang dipahami setelah menjadi alam semesta, tepatnya sesaat setelah ledakan dahsyat The Big

Bang. Mengapa harus ledakan dahsyat, dari mana bahan yang meledak, dan di mana ledakan terjadi merupakan pertanyaan-pertanyaan yang tidak dapat dijawab oleh sains.

Bangunan sains Islam juga didirikan atas tiga pilar: ontologi, aksiologi, dan epistemologi. Ketiga pilar ini harus bersumber pada prinsip tauhid yang mengkristal dalam Rukun Iman dan Rukun Islam.

Ontologi Islam jelas tidak mungkin menolak hal gaib. Realitas bukan hanya objek yang dapat dilihat, diraba, dirasakan, tetapi juga yang tidak dapat terlihat. Secara sederhana, Al-Quran menjelaskan,

Maka, Aku bersumpah demi apa yang kamu lihat dan demi apa yang tidak kamu lihat. (QS Al-Hâqqah [69]: 38-39)

Objek pengetahuan ada dua, yang tampak dan yang tidak tampak oleh mata. Terdapat realitas di balik realitas material. Dalam kisah klasik diriwayatkan, tiga orang pemuda terperangkap dalam gua. Ketika ketiganya berada di dalam gua, sebuah batu besar menggelundung dari ketinggian dan menutup gua. Ketiga pemuda tersebut mencoba mendorong batu tersebut, tetapi kekuatan mereka tidak cukup besar untuk melawan gaya dorong batu. Batu tak bergerak sedikit pun. Ketika berbagai cara telah dilakukan dan tidak memberikan hasil, mereka mencoba cara lain, yakni dengan mengingat kebaikan masing-masing, kemudian berdoa agar diberi kekuatan untuk mendorong batu. Terdoronglah batu besar hingga mereka dapat keluar gua.

Tsunami Aceh 26 Desember 2004 juga menyisakan hal yang tidak terjangkau logika. Ketika air laut masuk dan menerjang kota dengan dahsyat, banyak rumah hancur. Namun, tidak demikian dengan Masjid Baiturrahman, simbol negeri Serambi Makkah itu. Ia tidak tertembus air. Air hanya menggenang di sekitar masjid. Air dan gelombang tsunami bagai mempunyai jiwa.

Manusia tidak dapat direduksi hanya sebagai makhluk yang terdiri dari materi belaka dan dapat diperlakukan seperti mesin. Manusia jauh lebih kompleks. Meski bagian fisik utuh, tanpa satu bagian pun terputus, jika jiwa atau ruh telah dicabut, manusia tidak dapat lagi bergerak sebagaimana ketika ia hidup. Sedangkan mesin dapat menyala kembali jika sumber tenaganya diperbaharui selagi tidak ada bagian mesin yang terputus. Ilmuwan Muslim klasik, Ibn Sina, telah merumuskan dan membuktikan eksistensi jiwa sebagai sesuatu yang bersifat nonmateri. Ibn Sina mengemukakan tiga dalil bagi adanya jiwa.

Pertama, *dalil al-istimrar* (kelangsungan) yang mengatakan bahwa jasad selalu berubah, tetapi kita tetap mengingat banyak hal. Artinya, kita tetap "berlangsung" dengan pasti dan sesuatu yang berlangsung pada jasad yang berubah-ubah itu disebut jiwa.

Kedua, *dalil al-thabi'iy* (alami) yang didasarkan pada gejala gerak yang dibedakan menjadi *gerak kehendak* dan *gerak paksaan*. Gerak kehendak terjadi karena hukum alam, seperti benda jatuh, sedangkan gerak paksaan terjadi karena pengaruh dari luar, seperti benda dilempar. Namun, kita melihat burung dapat terbang—tidak jatuh dan tidak disebabkan dari luar—karena itu terdapat gerak ketiga, yakni *gerak khusus*, dan inilah jiwa.

Ketiga, dalil yang paling menarik, yaitu *dalil manusia terbang*. Misal, seseorang yang tercipta sempurna ditutup matanya dan ditempatkan di ruang kosong di angkasa sehingga tidak satu pun yang dapat menyentuhnya. Dalam keadaan demikian, ia tetap yakin wujud diri dan zatnya walau tidak mengetahui anggota badannya. Berarti ada wujud selain wujud jisim (jasad) yang bisa mengetahui, mengkhayal, dan merasakan, dan inilah jiwa.

Bukan hanya makhluk hidup yang berjiwa, makhluk atau benda "mati", seperti gunung, juga berjiwa. Al-Quran menyejajarkan gunung dan burung. Keduanya bertasbih bersama Nabi Daud a.s.

Bahwa, sampai saat ini, kita belum mampu merumuskan jiwa gunung yang membuatnya mampu bertasbih, bukan berarti kita boleh meniadakannya dan mengklaim gunung hanya kumpulan materi be-

Gambar 11 Manusia Terbang
sumber: layarku.wordpress.com

laka. Sains Islam harus mampu menguak dan merumuskan isyarat ini.

Aksiologi Islam adalah dikenalnya Sang Pencipta melalui pola-pola ciptaan-Nya dan diketahuinya watak sejati segala sesuatu, sebagaimana yang diberikan oleh Tuhan. Watak sejati akan memperlihatkan kesatuan hukum alam, sunnatullah, keterkaitan seluruh bagian dan aspeknya sebagai refleksi dari kesatuan prinsip Ilahi. Bagi sang ilmuwan, keberhasilan upaya menguak pola ciptaan dan kesatuan hukum alam akan membuatnya makin tunduk kepada Sang Khalik, sebagaimana diisyaratkan Surah Âli 'Imrân (3): 191.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَٰذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungi kami dari azab neraka."

Dzakara-yadzkuru-dzikran ذكر – يذكر – ذكرا menyebut, mengingat. *Qâma-yaqûmu-qiyâman-qâmatan* قام – يقوم – قياما – قامة berdiri tegak; *qa'ada-yaq'udu-qu'ûdan* قعد – يقعد – قعودا duduk sesudah berdiri; *janbun J ajnâbun-junûbun* جنب ج أجناب – جنوب sebelah, samping, arah, dan tujuan.

Fakara-afkara افكر – فكر dari *fakara-yafkiru-fikran* فكرا – يفكر – فكر memikirkan, mengurai, melepas. *Khalaqa-yakhluqu-khalqan* خلقا – يخلق – خلق. *Al-samâ'u J al-samawâtu-al-samâwâtu* السماوات – السموات ج السماء langit, awan, atap, setiap sesuatu yang di atasmu; *ardhun J ara-dhûna-arâdhi* أراض – أرضون ج أرض bumi, tanah. *Bâthilun J abâthîlun* أباطيل ج باطل yang batil. *Sabba<u>h</u>a-yusabbi<u>h</u>u-tasbî<u>h</u>an* تسبيحا – يسبح – سبح menyucikan dengan bertasbih; *qi* ق adalah *fi'il amr* dari *waqâ-yaqî-wiqâyatan* وقاية – يقى – وقى memelihara. *'Adzâbun J a'dzibatun* أعزبة ج عذاب siksaan, azab.

Ayat ini memberi gambaran siapa dan bagaimana ilmuwan Muslim, sekaligus dasar bagi basis aksiologi sains Islam. Al-Quran menyebut komunitas ilmuwan sebagai *qaumun ya'qilûn* (sekelompok pemikir, komunitas perenung, himpunan ilmuwan). Mereka melakukan pengamatan atas fenomena alam di langit dan Bumi, menelaah dan menganalisis, kemudian membuat rumusan atau teori.

Fenomena alam dapat berlangsung di alam atau di laboratorium. Untuk mengetahui pola "lintasan" Matahari bisa dilihat bayangan ben-

Gambar 12 Gunung dan Burung-Burung
sumber: wildifedisease.nbii.gov/airworks

da yang disebabkan oleh cahaya Matahari. Akan dipaparkan lebih mendalam pada bab mendatang, bagaimana lintasan membentuk garis timur-barat dan bergeser ke utara atau ke selatan pada hari yang berbeda. Untuk memperoleh pengetahuan tentang pola lintasan Matahari yang utuh, meski tampak sepele, diperlukan waktu minimal satu tahun. Selain memerlukan waktu yang tidak sebentar, pengamatan harus dilakukan di bawah terik Matahari.

Aristoteles pernah mengajukan gagasan tentang dua benda yang jatuh di udara bebas. Menurutnya, benda yang lebih berat akan jatuh lebih cepat. Pengetahuan yang berangkat dari perasaan umum, *common sense*. Kita dan orang kebanyakan pun merasakan hal yang sama dan sepakat dengan pandangan ini. Padahal, persoalan benda jatuh adalah persoalan alam nyata, bukan sekadar perasaan. Orang yang silau pada kebesaran nama Aristoteles akan menerima begitu saja pendapatnya tanpa melakukan pengecekan di lapangan.

Galileo adalah orang yang mencoba menguji pandangan Aristoteles. Bagi Galileo, tidak ada ruginya melakukan pengujian atas pandangan Aristoteles ini. Lokasi untuk melakukan pengujian tidak jauh di kotanya, yaitu Menara Pisa. Bila hasil pengujiannya menyatakan bahwa pandangan ini benar, dia akan menerima pandangan tersebut. Penerimaannya tentu berbeda dengan penerimaan orang lain yang tidak melakukan pengujian. Penerimaannya telah sampai taraf *haqqun al-yaqin*, sedangkan penerimaan orang lain merupakan penerimaan yang sekadar percaya.

Hasil pengamatan Galileo memperlihatkan bahwa pandangan Aristoteles salah. Dua benda yang berbeda massa bergerak dengan kecepatan sama sehingga keduanya sampai di tanah pada waktu yang sama jika dijatuhkan dari ketinggian yang sama. Galileo membuat koreksi atas pandangan yang telah dianut selama hampir dua puluh abad, dan Galileo pun membuat sejarah ilmu pengetahuan.

Pertanyaannya, mengapa Aristoteles yang dikenal sebagai filsuf dan pemikir terbesar Yunani tersebut masih dapat membuat kesalahan? Hal ini menyatakan bahwa alam bertindak sebagai hakim akhir atas pandangan atau teori tentang dirinya, tentang alam. Semua orang boleh

mengajukan pendapat atau teori apa saja tentang fenomena tertentu, pada akhirnya alam itu sendiri yang akan bercerita tentang dirinya. Tugas kitalah memperhatikan dengan saksama apa yang diceritakan alam.

Pengamatan juga dapat dilakukan di laboratorium. Terdapat fenomena alam yang penampakannya lebih mudah dan efektif jika dilakukan di laboratorium, setelah peralatan terkait disusun sedemikian rupa. Sebut saja cahaya putih yang ternyata akan terurai menjadi spektrum beberapa cahaya berwarna jika dilewatkan prisma kaca. Mengharapkan uraian spektrum aneka warna cahaya secara langsung di alam jelas tidak mudah terealisasi. Selain itu, tidak sedikit fenomena alam yang hanya dapat diamati di laboratorium.

Pengamatan dan perumusan atas hasil-hasil pengamatan, seperti yang dilakukan Galileo, dapat dilakukan oleh ilmuwan mana pun dan hasil akhirnya harus sama karena menceritakan satu fenomena alam yang sama. Observasi, analisis, dan formulasi merupakan aktivitas yang dapat dilakukan oleh setiap ilmuwan tanpa pandang bulu. Ilmuwan Muslim, ilmuwan Nasrani, ilmuwan Buddha, maupun ilmuwan ateis akan melakukan hal yang sama: observasi-analisis-formulasi.

Ketika melakukan observasi, analisis, maupun formulasi, ilmuwan umumnya terpisah dari keramaian. Kerumunan orang justru akan mengganggu *setting* eksperimen dan merusak konsentrasi dalam menganalisis dan merumuskan teori. Ilmuwan melakukan semua aktivitas risetnya di ruang yang tenang dan sunyi. Selain harus beraktivitas pada malam hari, ketika umumnya orang sedang tidur lelap, para astronom bekerja di observatorium yang jauh dari keramaian.

Semua ilmuwan melakukan hal yang standar. Lantas, apa yang membedakan ilmuwan Muslim dengan ilmuwan lainnya? Pada Surah Âli 'Imrân (3): 191, dipadu antara pikir dan zikir, bahkan zikir disebut lebih dahulu, baru kemudian pikir. Urutan ini menunjukkan bahwa sebelum menjadi ilmuwan yang banyak berpikir, seorang Muslim harus terlatih melakukan zikir.

Zikir dilakukan baik secara formal—dengan melafalkan kalimat tasbih, tahmid, takbir, dan tahlil—maupun zikir substansial, yakni jiwa

terus tersambung dengan Sang Khalik. Kewajiban sebagai Muslim, seperti shalat wajib dan puasa pada bulan Ramadhan, telah dikerjakan dengan baik. Juga ibadah sunnah, seperti zikir Asma Al-Husna, puasa Senin-Kamis, dan shalat Tahajud, menjadi bagian dari tradisi kehidupannya.

Ketika Muslim tersebut menjadi ilmuwan, dia tidak pernah berhenti mengingat atau menyebut asma Allah, baik ketika berdiri, duduk, maupun berbaring. Pengamatan dan perenungannya atas fenomena alam tidak membuatnya terlepas dari Sang Maha Pencipta semua fenomena ini. Fenomena alam dengan aneka pola dan keteraturannya adalah bagian dari kehendak-Nya.

Aneka fenomena alam tidaklah berdiri sendiri, mereka saling terkait satu sama lain. Fenomena alam tidak muncul sia-sia tanpa pesan, tanpa tujuan. Ilmuwan Muslim mencoba memahami dan menangkap pesan yang terkandung di balik aneka fenomena alam. Mengamati dan merenungkan alam berarti memahami kebijakan-Nya. Ketika misteri sebuah fenomena alam tersibak, ilmuwan Muslim secara spontan akan menyucikan Sang Pengendali yang tersembunyi di balik fenomena tersebut. Tidak sekadar bertasbih, melainkan juga memohon agar upaya menyingkap tabir alam dan hasilnya tidak menggelincirkan serta menyeretnya ke dalam azab-Nya dengan berzikir

"Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Mahasuci Engkau dan hindarkanlah kami dari azab api neraka."

Itulah aksiologi dalam bangunan sains Islam, yakni menyibak rahasia alam yang tidak satu pun tercipta dengan sia-sia. Keberhasilan sang ilmuwan menyibak rahasia alam tidak membuat ilmuwan Muslim takabur, arogan, dan mengabaikan Sang Pencipta. Sebaliknya, mereka semakin takjub pada kekuasaan-Nya hingga semakin tunduk, dekat, dan takut kepada-Nya.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴿٢٧﴾ وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَٰلِكَ ۗ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾

Tidakkah kamu melihat bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu dengan air itu Kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat. Dan demikian (pula) di antara manusia, makhluk bergerak yang bernyawa dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hamba-Nya hanyalah ulama. Sungguh, Allah Mahaperkasa, Maha Pengampun. (QS Fâthir [35]: 27-28)

Pilar ontologi dan aksiologi telah inheren dalam diri setiap orang beragama, termasuk Islam. Alam gaib, seperti kehidupan setelah kehidupan dunia, menjadi bagian dari keyakinan setiap agama. Keberadaan Allah dan para malaikat yang ditunjuk sebagai pembantu-Nya, juga merupakan keyakinan pokok orang beragama.

Pilar ketiga dan terpenting adalah pilar epistemologi, yakni bagaimana atau dengan apa pengetahuan diperoleh. Al-Quran menyebutkan ada tiga peranti manusia untuk memperoleh pengetahuan, yaitu pendengaran, penglihatan, dan *fu'ad*.

Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur. (QS Al-Nahl [16]: 78)

Kharaja-akhraja خرج – أخرج keluar-mengeluarkan; *bathnun J buthûnun* بطن ج بطون perut; *ummun J ummahâtun* أم ج أمهات ibu; *'alama-*

ya'lamu-'ilman علم – يعلم – علما tahu, mengetahui; *sya'iun-asyyâ'un* أشياء – شيء sesuatu; *ja'ala-yaj'alu-ja'lan* جعل – يجعل – جعلا mengadakan, menjadikan, memulai; *al-sam'a* السمع pendengaran, *al-abshara* الأبصر penglihatan, dan *al-af'idah* الأفئدة hati; *syakara-yasykuru-syukûran* شكر – يشكر – شكورا berterima kasih, mensyukuri, memuji.

Surah Al-Na<u>h</u>l (16): 78 ini memberi informasi yang cukup menarik. Kita tahu bahwa pendengaran, penglihatan, dan perenungan dilakukan oleh peranti telinga, mata, dan hati. Kita juga tahu bahwa janin telah dilengkapi dengan telinga, mata, dan hati sejak dalam rahim ibu. Informasi bahwa seorang bayi dikeluarkan dari rahim ibunya masih dalam keadaan tidak tahu apa pun berarti ketiga peranti ini belum berfungsi ketika berada dalam rahim. Ketiga instrumen pengenal ini baru diaktifkan sesaat setelah janin keluar.

Berangkat dari kondisi tidak tahu, setelah lahir manusia belajar sedikit demi sedikit. Namun, pada ayat ini tidak digunakan redaksi *la'allakum ta'lamûn* لعلكم تعلمون (agar engkau mengetahui), melainkan *la'allakum tasykurûn* لعلكم تشكرون. Artinya, pengaktifan ketiga instrumen (telinga, mata, dan hati) tidak sekadar pada taraf mengetahui sesuatu, tetapi manusia harus bersyukur atas karunia pengetahuan yang dimiliki dan diperoleh melalui ketiga peranti tersebut. Pengetahuan harus berbuah syukur kepada Maha Pemberi pengetahuan, Allah Swt. Allah memerintahkan agar rasa syukur diwujudkan ke dalam kemaslahatan umat manusia.

Dalam Surah Âli 'Imrân (3): 191 digambarkan aktivitas ilmuwan, yakni zikir dan pikir. Zikir dilakukan sebelum pikir, kemudian diakhiri doa. Namun, karena aktivitas ini dilakukan berkesinambungan, zikir dapat berupa doa, sedangkan doa terkandung dalam zikir. Artinya, doa menjadi bagian integral dari aktivitas pemikiran seorang ilmuwan Muslim. Doa tidak sekadar dilafalkan di bibir, tetapi juga dengan menyucikan diri secara formal dengan berwudhu maupun dengan melaksanakan puasa sunnah.

Gambar 13 Berdoa
sumber: productiveramadan.com

Metode terakhir ini terkait dengan upaya penyingkapan realitas lebih tinggi, yang hanya mungkin jika pikiran telah tercerahkan oleh cahaya iman dan disentuh oleh keberkahan yang tumbuh dari wahyu karena *ruh ditiupkan pada yang menginginkannya*. Bagi ilmuwan Muslim, adalah suatu keniscayaan sering meminta pertolongan Tuhan dalam memecahkan masalah. Karena itu, dapat dimengerti mengapa penyucian jiwa dipandang sebagai bagian yang terpadu dari metodologi pengetahuan Islam.

800 Ayat Kauniyah

Manusia dilengkapi tiga peranti untuk memperoleh pengetahuan dari berbagai sumber. Alam dan diri manusia sendiri pun merupakan sumber pengetahuan.

Kami akan memperlihatkan kepada mereka tanda-tanda (kebesaran) Kami di segenap penjuru dan pada diri mereka sendiri, sehingga jelaslah bagi mereka bahwa Al-Quran itu adalah benar. Tidak cukupkah (bagimu) bahwa Tuhanmu menjadi saksi atas segala sesuatu? (QS Fushshilat [41]: 53)

Ufuqun J âfâqun أفق ج أفاق ufuk, kaki langit; *nafsun J anfusun J nufûsun* نفس ج أنفس ج نفوس darah, niat, jiwa, diri. Dalam ayat ini, alam direpresentasikan dengan ufuk dan diri manusia sebagai sumber informasi yang merupakan tanda-tanda Sang Pencipta. Tanda-tanda ini akan memperlihatkan kebenaran Al-Quran.

Pernyataan terakhir ini mempunyai implikasi menarik. Tanda-tanda di alam dan diri manusia akan memperlihatkan kebenaran Al-Quran. Kita tahu bahwa Al-Quran berisi 6.236 ayat yang terhimpun di dalam 114 surah. Artinya, fenomena alam dan diri manusia akan mengonfirmasi serta membenarkan ayat-ayat tersebut.

Tidak semua ayat bercerita dan menyinggung masalah alam sehingga tidak semua ayat mengonfirmasi fenomena alam. Ayat yang dikonfirmasi adalah ayat-ayat tentang alam, ayat kauniyah yang berjumlah 800 ayat. Selanjutnya, karena hubungan antara fenomena alam dan

Gambar 14 Al-Quran Sumber Utama Ajaran Islam
sumber: telagahati.wordpress.com

kebenaran ayat itu bersifat pasti, sesungguhnya hubungan terbalik juga berlaku. Ayat-ayat Al-Quran akan menunjukkan fenomena tertentu. Al-Quran dapat menjadi sumber informasi dan petunjuk.

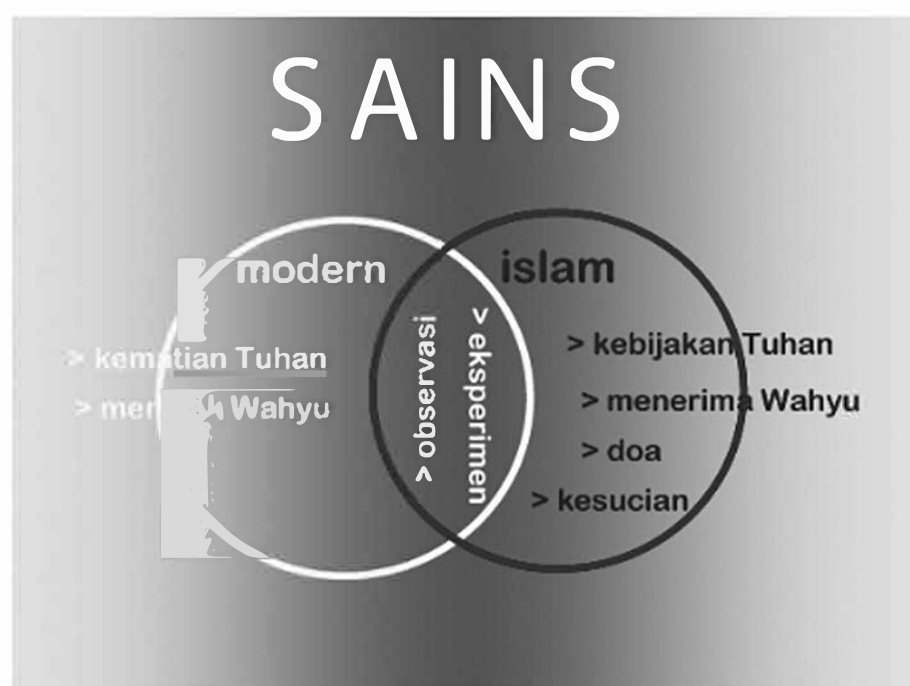
شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِيٓ أُنْزِلَ فِيهِ الْقُرْاٰنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنٰتٍ مِّنَ الْهُدٰى وَالْفُرْقَانِ

Bulan Ramadhan adalah (bulan) yang di dalamnya diturunkan Al-Quran, sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda. (QS Al-Baqarah [2]: 185)

Al-Quran sebagai petunjuk dipertegas pada ayat yang lain.

Inilah (Al-Quran) suatu keterangan yang jelas untuk semua manusia, dan menjadi petunjuk serta pelajaran bagi orang-orang yang bertakwa. (QS Âli 'Imrân [3]: 138)

Dalam epistemologi, Al-Quran yang dapat dikonfirmasi kebenarannya oleh fenomena alam dan diri manusia, dapat diartikan bahwa Al-Quran dapat menjadi sumber informasi bagi suatu fenomena alam. Al-Quran dapat menjadi basis bagi bangunan teori tentang alam.

Sains Islam dalam perspektif ini dapat dimaknai sebagai sains yang premis dasarnya diambil langsung dari wahyu atau ayat-ayat Al-Quran. Delapan ratus ayat menyodorkan informasi yang sampai saat ini belum pernah disentuh secara berarti. Ayat-ayat ini tidak memberi pesan moral, melainkan informasi awal bagi pemahaman yang lebih utuh tentang alam semesta dan bagian-bagiannya.

Gambar 15 Perbandingan Sains Islam dan Sains Barat

Al-Quran memberi informasi kepada kita bahwa langit terdiri dari tujuh lapis yang bersesuaian (*thibâqun* طباق) tanpa bagian yang bertentangan, tidak setimbang (*tafâwutun* تفاوت) ataupun cacat (*fathrun J futhûrun* فطر ج فطور).

مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَٰنِ مِن تَفَاوُتٍ ۖ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾ ثُمَّ ارْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ ﴿٤﴾

Yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Tidak akan kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pengasih. Maka, lihatlah sekali lagi, adakah kamu lihat sesuatu yang cacat? Kemudian ulangi pandangan-(mu) sekali lagi (dan) sekali lagi, niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu tanpa menemukan cacat dan ia (pandanganmu) dalam keadaan letih. (QS Al-Mulk [67]: 3-4)

Ayat ini seharusnya memberi inspirasi ahli astronomi ataupun kosmolog Muslim untuk membangun teori tentang alam semesta dengan ruang angkasa antarbintang atau antar-galaksinya.

Tujuh langit harus dijabarkan secara fisis, apa dan bagaimana mekanisme pembentukannya serta hubungan antar-lapisan. Distribusi partikel yang bagaimana yang membuat formasi lapisan langit berada dalam kesetimbangan tersebut. Langit-langit tersebut berada dalam kesempurnaan, tanpa kerusakan atau cacat.

Jawaban sekadarnya yang bersifat sangat umum adalah bahwa keadaan itu menggambarkan kekuasaan Sang Khalik. Namun, itu adalah jawaban minimalis untuk konsumsi awam. Perlu dicari jawaban yang lebih deskriptif yang diperoleh melalui proses analisis dan pengamatan terkait, yaitu melalui riset fenomena ruang angkasa, sehingga jawaban ini dapat diformalkan sebagai teori yang dapat diterima dan diuji ulang oleh publik. Analisis awal dilakukan terhadap teks itu sendiri. Kata demi kata dalam kalimat, apakah *isim mu'annats* atau *mudzakkar*, dan apakah *mufrad*, *mutsanna*, atau *jama'*; *fi'il mâdhiy*, *mudhâri'*, atau *amr*. Analisis selanjutnya dilakukan setelah observasi fenomena terkait. Sayangnya,

hal terakhir ini tidak dilakukan, bahkan Abdus Salam, satu-satunya pemenang hadiah Nobel fisika dari kalangan Muslim, hanya mengutip dalam pidato penerimaan hadiah Nobelnya.

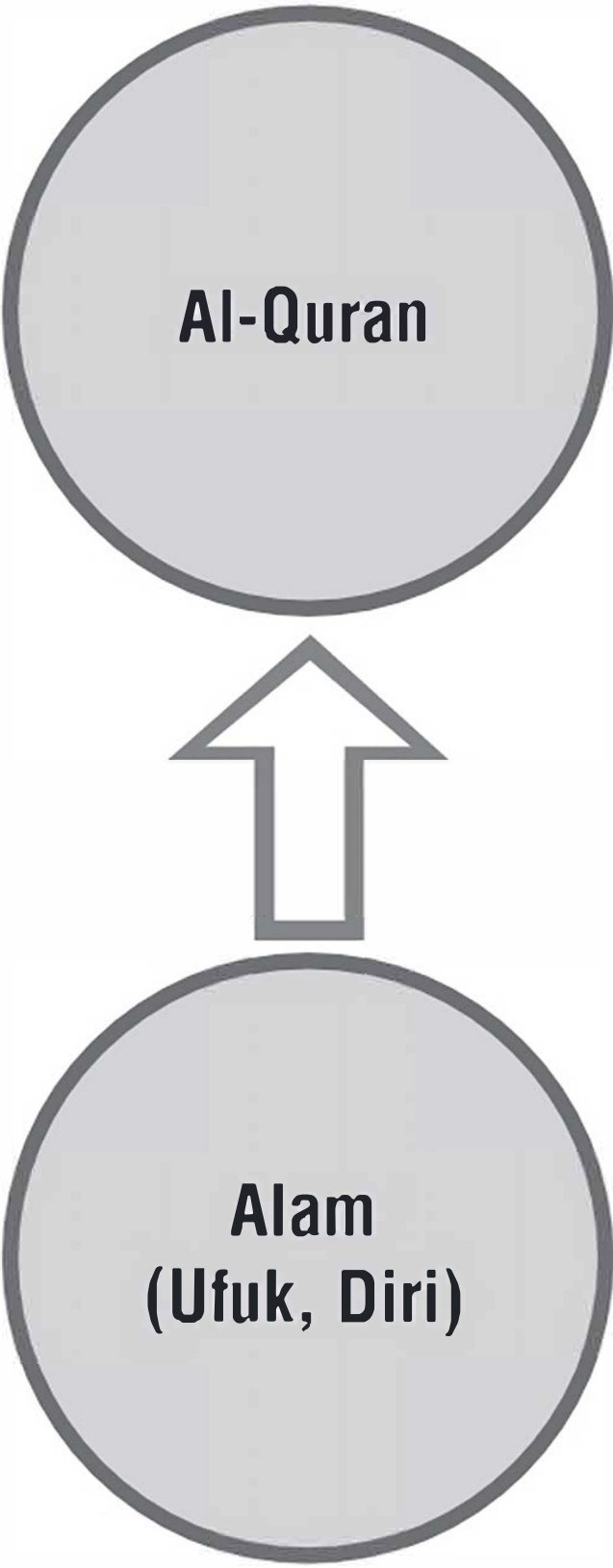
Al-Quran kadang-kadang berbicara tentang alam, tetapi terlebih dahulu dikaitkan dengan peringatan atau keadaan seseorang. Al-Quran bercerita tentang umat Nabi Musa a.s. yang ingkar. Meskipun telah diperingatkan, mereka tidak bergeming, hati mereka malah semakin keras dan kerasnya diumpamakan seperti batu, bahkan lebih keras daripada batu. Al-Quran bercerita tentang batu tersebut.

ثُمَّ قَسَتْ قُلُوبُكُم مِّنۢ بَعْدِ ذَٰلِكَ فَهِيَ كَٱلْحِجَارَةِ أَوْ أَشَدُّ قَسْوَةً ۚ وَإِنَّ مِنَ ٱلْحِجَارَةِ لَمَا يَتَفَجَّرُ مِنْهُ ٱلْأَنْهَٰرُ ۚ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَشَّقَّقُ فَيَخْرُجُ مِنْهُ ٱلْمَآءُ ۚ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَهْبِطُ مِنْ خَشْيَةِ ٱللَّهِ ۗ وَمَا ٱللَّهُ بِغَٰفِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ﴿٧٤﴾

Kemudian, setelah itu hatimu menjadi keras, sehingga (hatimu) seperti batu, bahkan lebih keras. Padahal, dari batu-batu itu pasti ada sungai-sungai yang (airnya) memancar darinya. Ada pula yang terbelah, lalu keluarlah mata air darinya. Dan ada pula yang meluncur jatuh karena takut kepada Allah. Dan Allah tidaklah lengah dari apa yang kamu kerjakan. (QS Al-Baqarah [2]: 74)

Ilmuwan, tepatnya geolog Muslim, dapat berangkat dari informasi ini untuk meneliti air, batu, dan sungai. Bukan batu yang ada di sungai, melainkan bagaimana batu dapat memancarkan air.

Upaya yang terjadi selama ini, tepatnya sejak zaman Renaisans, adalah penelitian akan alam secara murni yang hasilnya kemudian dicarikan pembenaran dalam kitab suci, termasuk Al-Quran. Menurut Al-Quran, tepatnya Surah Fushshilat (41): 53, hal ini tidak salah, fenomena alam akan membenarkan Al-Quran. Upaya pengaitan teori ilmiah dengan ayat-ayat Al-Quran dikenal sebagai upaya islamisasi sains.

Upaya ideal yang sekaligus membedakan ilmuwan Muslim dengan ilmuwan lainnya adalah menjadikan Al-Quran sebagai pijakan membangun teori ilmiah. Pernyataan bahwa Al-Quran hanya memberi

Gambar 16 Relasi Alam-Al-Quran ala Surah Al-Fushshilat (41) ayat 53

tuntunan moral dan spirit bagi penelitian tentang alam adalah pernyataan yang menyederhanakan, sekaligus mengabaikan 800 ayat yang secara spesifik berbicara tentang alam dan bagian-bagiannya.

Sains telah berkembang sedemikian pesat. Meninggalkan sains yang telah ada, bukan tindakan bijak. Diktum *knowledge is power* yang didengungkan Francis Bacon sulit dibantah. Sains telah menjadi kekuatan dahsyat yang mampu mengantarkan manusia menjelajah Bulan, berkomunikasi dengan orang yang berada di belahan Bumi yang lain dalam waktu hampir bersamaan. Namun, sains juga menghancurkan Nagasaki, Hiroshima, Irak, dan Afganistan dalam waktu sekejap. Meninggalkan sains akan menyebabkan ketidakmampuan mengelola sumber daya alam sendiri dan berakhir menjadi orang (bangsa) yang lemah dan bergantung pada kekuatan asing.

Namun, totalitas dalam sains tanpa sikap kritis juga bukan tindakan yang tepat dan menutup fakta atas aneka krisis zaman modern. Peradaban alternatif patut dikembangkan tanpa harus tertinggal dalam perkembangan sains yang ada saat ini. Fakultas sains dan teknologi yang ada di universitas Islam negeri dapat mengawali upaya ini, sekaligus untuk memberi warna jurusan yang sama di perguruan tinggi non-agama.

Sains Belum Berakhir

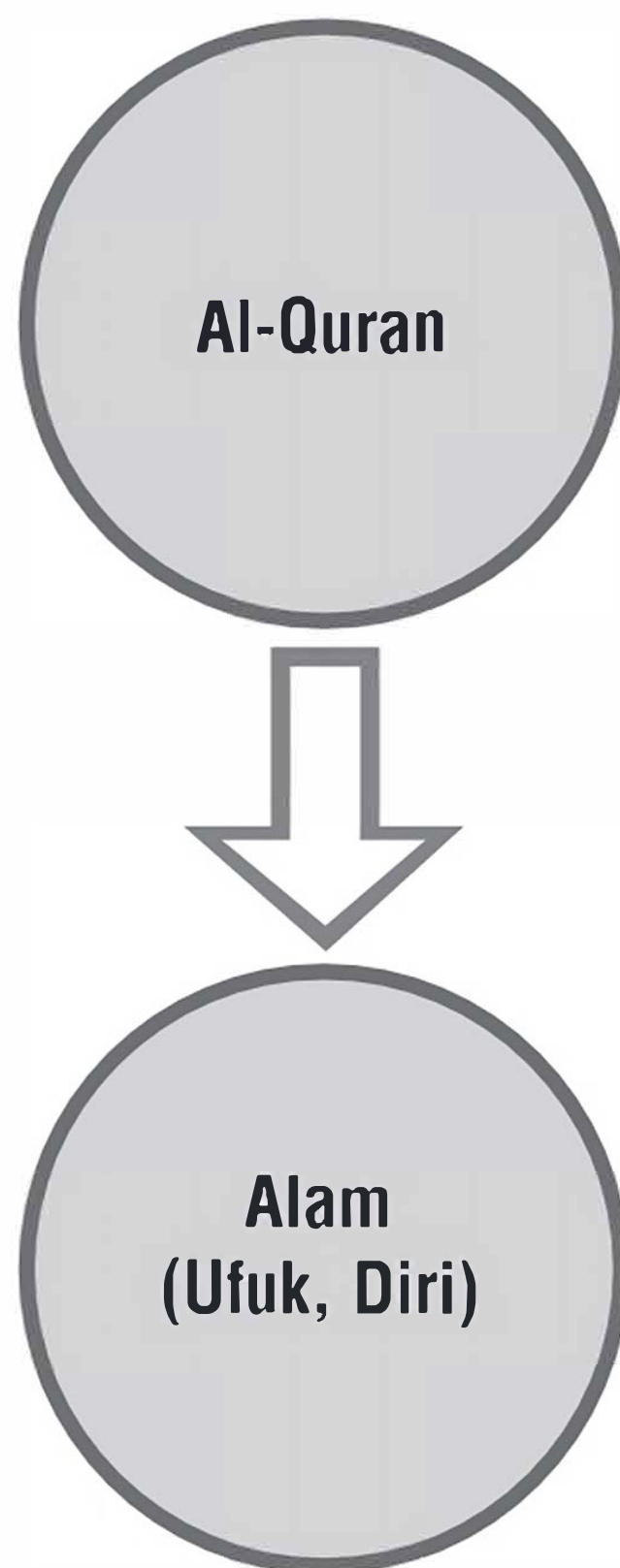
Kolumnis John Horgan dalam bukunya, *The End of Science,* menyatakan, tidak ada pencari kebenaran (*seeker of the answer*) yang lebih berde-

dikasi dibandingkan dengan fisikawan partikel modern. Mereka terus berupaya memperlihatkan bahwa semua hal dan fenomena rumit tentang dunia merupakan manifestasi dari satu esensi, gaya. Satu rantai energi yang melilit hiper-ruang 10 dimensi.

Gambar 17 Sains Islam

Einstein adalah pencari kebenaran modern pertama dan terbesar. Ia menghabiskan tahun-tahun kehidupannya untuk menemukan teori yang dapat menyatukan mekanika kuantum dengan teori relativitas umumnya. Misi Einstein mendapatkan teori kemanunggalan (*unified theory*) adalah mengetahui apakah jagat raya merupakan satu-satunya pilihan yang niscaya atau Tuhan punya pilihan dalam penciptaan. Einstein yakin bahwa sains membuat hidup lebih berarti, dan juga menyatakan bahwa tidak ada teori yang benar-benar final. Suatu ketika, ia membuat pernyataan untuk teori relativitasnya sendiri, "Aku akan memunculkan teori lain dan kita tidak dapat menduganya. Aku percaya bahwa proses pendalaman teori tidak mempunyai batas."

Pada abad ke-6 SM, Thales mengamati fenomena listrik dan magnet secara terpisah. Fenomena ini dilupakan orang selama 24 abad dan kembali dikaji pada abad ke-18 dan mencapai bentuk tunggal teori elektromagnetisme Maxwell pada abad ke-19. Dalam elektromagnetisme ini medan listrik dan medan magnet selalu muncul sebagai satu kesatuan yang tak terpisah. Cahaya lampu, cahaya Matahari, gelombang radio, maupun sinar X merupakan gelombang medan listrik dan medan magnet.

Unifikasi elektromagnetisme inilah yang menginspirasi Einstein. Ia percaya adanya teori yang menyatukan gaya elektromagnetik dan

gaya gravitasi. Dalam perjalanannya, teori elektromagnetik dan teori gravitasi menempuh jalur atau kerangka teori yang berbeda sehingga mimpi unifikasi Einstein dilupakan orang.

Pada 1960-an, impian Einstein hidup kembali setelah gaya lemah yang mengendalikan peluruhan partikel beta berhasil dipadukan dengan gaya elektromagnetik dalam satu teori tunggal elektro lemah. Pada masa itu, para ahli fisika partikel juga telah mempunyai teori bagi gaya kuat, gaya yang mengikat proton dan neutron dalam inti atom. Teori ini dikenal sebagai teori kromodinamika kuantum. Teori ini mengungkap bahwa proton maupun neutron bukan partikel fundamental, melainkan merupakan komposit yang terdiri dari partikel yang lebih fundamental kuark. Teori elektro lemah dan kromodinamika kuantum melandasi model standar bagi fisika partikel.

Disebut model standar karena model ini menjadi model baku dan standar yang menggambarkan aneka, bahkan semua, interaksi antarpartikel yang telah dikenal. Unifikasi gaya elektromagnetik, gaya lemah, dan gaya kuat menghasilkan Teori Kemanunggalan Agung (*Grand Unified Theory*, GUT). Penyempurnaan atas unifikasi baru dapat dilakukan setelah dikombinasi dengan supersimetri, yakni simetri yang mengaitkan antara dua kelompok besar partikel di alam semesta (boson dan fermion). Supersimetri melahirkan model standar supersimetri dan Teori Kemanunggalan Agung supersimetri.

Teori-teori tersebut merupakan teori yang lahir dari upaya penyatuan gaya-gaya dalam satu kerangka tunggal. Sayangnya, teori-teori tersebut masih belum melibatkan satu gaya fundamental lainnya, yakni gaya gravitasi, yang memang mempunyai kerangka teori yang berbeda dari ketiga gaya fundamental lemah, elektromagnetik, dan inti kuat. Gagasan lebih radikal perlu dilakukan dan sampailah pada teori superdawai (*superstring theory*). Dalam teori ini partikel tidak lagi dipandang sebagai objek titik, melainkan diperluas bagai tali atau dawai, dan ruang diperluas menjadi sepuluh dimensi.

Teori superdawai merupakan teori unifikasi yang paling menjanjikan. Namun, sebagaimana semua teori perluasan dari model standar,

ia senantiasa memberikan hasil samping berupa kehadiran partikel-partikel baru yang tidak muncul dalam skala energi rendah dan muncul di area berenergi tinggi. Sebagai contoh, teori unifikasi elektro lemah menghadirkan partikel pembawa pesan, yaitu partikel W dan Z yang bermassa sekitar 100 GeV. Artinya, partikel ini hanya dapat diamati jika orang dapat membangun laboratorium yang dapat membangkitkan energi sebesar 100 GeV, dan partikel tersebut dapat dikonfirmasi pada 1979.

Sayangnya, Superconducting Super Collider yang menjadi harapan bagi pembuktian prediksi teori superdawai dihentikan pembangunannya pada 1993. Akibatnya, pupuslah harapan untuk menguji kebenaran teori superdawai. Meskipun demikian, sebagian ahli masih terus mengembangkan teori yang sangat indah secara matematis ini, dan teori superdawai menjadi teori kuasi keyakinan. Setiap ahli dapat mempunyai rumusan sendiri dan boleh bertahan dan merasa benar dengan gagasannya masing-masing karena tidak ada hakim, berupa laboratorium, yang memutuskan gagasan mana yang sesungguhnya benar.

Sebagian lainnya kembali pada model standar dengan melakukan modifikasi-modifikasi tertentu. Salah satu skenario yang ada dalam teori adalah skenario pembangkitan massa partikel-partikel yang terkandung di dalamnya. Bila tidak, kita hanya akan mempunya teori dengan massa partikel nol, teori yang jelas-jelas tidak sesuai dengan fenomena alam yang telah diamati. Skenario dan mekanisme umum pembangkitan massa pada model standar adalah mekanisme perusakan simetri spontan, yakni perusakan hanya terjadi di wilayah keadaan dasar sistem, sementara simetri keseluruhan lainnya dipertahankan. Dalam mekanisme ini dilibatkan partikel skalar berupa partikel Higgs yang bermassa sekitar 246 GeV.

Sayangnya, meskipun Large Hadron Collider telah mencapai dan melampaui skala energi tersebut, partikel Higgs belum juga teramati. Meskipun demikian, mengingat suksesnya menjelaskan banyak fenomena fisika partikel, orang tidak serta-merta mencampakkan model standar. Orang pun mulai mengutak-atik model standar, misalnya,

dengan menambahkan simetri kanan bagi neutrino atau memperkenalkan dimensi ekstra. Yang jelas, model standar bukanlah teori final karena menyisakan masalah yang tidak dapat diatasi oleh model tersebut. Pengembangan model standar yang dimodifikasi atau bahkan gagasan radikal di luar superdawai masih dibutuhkan. Singkat kata, dibutuhkan ilmuwan-ilmuwan baru yang dedikatif, religius, dan militan untuk gagasan baru yang holistis-profetik.[]

Atomisme Asy‘ariyah

Maka (sebenarnya) bukan kamu yang membunuh mereka, melainkan Allah yang membunuh mereka, dan bukan engkau yang melempar ketika engkau melempar, tetapi Allah yang melempar. (Allah berbuat demikian untuk membinasakan mereka) dan untuk memberi kemenangan kepada orang-orang mukmin dengan kemenangan yang baik. Sungguh, Allah Maha Mendengar, Maha Mengetahui. (QS Al-Anfâl [8]: 17)

وَقُلِ الْحَقُّ مِنْ رَّبِّكُمْ فَمَنْ شَاۤءَ فَلْيُؤْمِنْ وَّمَنْ شَاۤءَ
فَلْيَكْفُرْ ۚ اِنَّآ اَعْتَدْنَا لِلظّٰلِمِيْنَ نَارًا اَحَاطَ بِهِمْ
سُرَادِقُهَا ۗ وَاِنْ يَّسْتَغِيْثُوْا يُغَاثُوْا بِمَاۤءٍ كَالْمُهْلِ
يَشْوِى الْوُجُوْهَ ۗ بِئْسَ الشَّرَابُ وَسَاۤءَتْ
مُرْتَفَقًا ٢٩

Dan katakanlah (Muhammad), "Kebenaran itu datangnya dari Tuhanmu; barang siapa menghendaki (beriman), hendaklah dia beriman, dan barang siapa menghendaki (kafir), biarlah ia kafir." Sesungguhnya Kami telah menyediakan neraka bagi orang zalim, yang gejolaknya mengepung mereka. Jika mereka meminta pertolongan (minum), mereka akan diberi air seperti besi yang mendidih yang menghanguskan muka. (Itulah) minuman yang paling buruk dan tempat istirahat yang paling jelek. (QS Al-Kahf [18]: 29)

Sebagaimana sistem keyakinan yang lain, diktum-diktum ajaran Islam diterima pemeluknya dengan pemahaman yang tidak tunggal dan melahirkan beberapa aliran teologi atau kalam. Sebagai ilmu, ilmu kalam (علم الكلام) secara umum diartikan sebagai ilmu yang

membahas hal-hal yang berkaitan dengan diri Tuhan dan hubungan-Nya dengan alam semesta, terutama hubungannya dengan manusia.

Ilmu kalam kadang-kadang disebut juga ilmu *'aqâ'id* (علم العقائد), ilmu *ushûluddîn* (علم أصول الدين), atau ilmu *tauhid* (علم التوحد).

Ilmu kalam juga sering diartikan sebagai serangkaian argumentasi rasional yang berkaitan dengan pokok-pokok ajaran Islam yang disusun secara sistematis untuk memperkukuh kebenaran akidah. Istilah kalam seperti diterima secara umum berasal atau tumbuh dari diskusi mengenai Al-Quran sebagai *kalâmullâh* (كلام الله, firman Allah), apakah ia *qadim* atau baru, dan apakah ia makhluk atau bukan.

Terdapat dua aliran utama dalam kalam, yaitu Mu'tazilah dan Asy'ariyah. Selain dua aliran tersebut, terdapat aliran Khawarij, Murji'ah, dan Maturidiyah. Banyak riwayat yang bercerita tentang Mu'tazilah. Yang paling populer adalah peristiwa Washil ibn 'Atha' dan gurunya, Hasan Al-Bashri, di Bashrah.

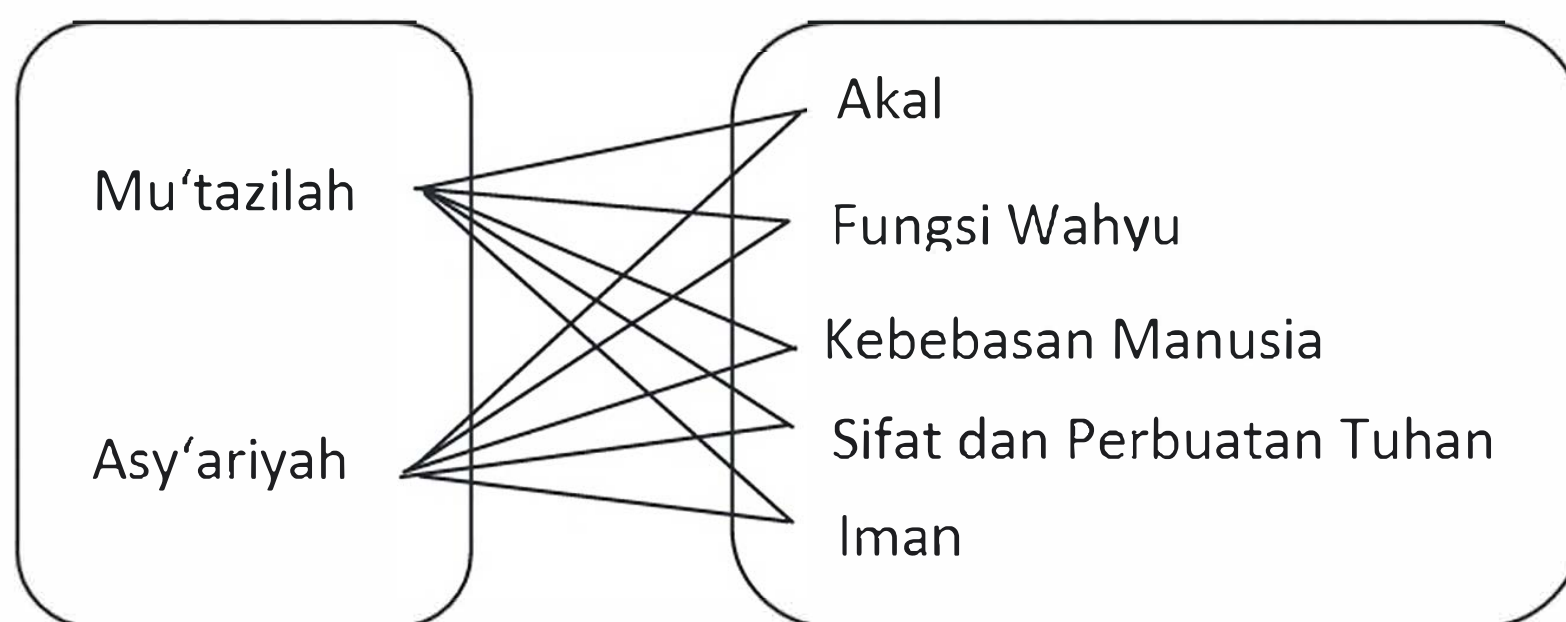
Washil selalu mengikuti pelajaran Hasan Al-Bashri. Suatu ketika, datang seseorang yang bertanya tentang kekafiran orang yang berdosa besar. Menurut kaum Khawarij, mereka kafir, sedangkan kaum Murji'ah memandang sebagai mukmin. Ketika Hasan Al-Bashri masih berpikir, Washil menyatakan pendapat bahwa mereka bukan kafir, juga bukan mukmin, tetapi di antara keduanya. Setelah berpendapat demikian, Washil berdiri meninggalkan majelis menuju masjid lain dan menjelaskan ulang pendapatnya. Atas kejadian ini, Hasan Al-Bashri mengatakan, "Washil menjauhkan diri dari kita (*i'tazala 'annâ* إعتزل عنا)."

Selanjutnya, Washil memang melakukan pengajaran sendiri. Dengan demikian, Washil ibn 'Atha' dan teman-temannya disebut Mu'tazilah, kelompok yang *nyempal*, memisahkan diri dari gurunya, Hasan Al-Bashri.

Kalam Al-Asy'ariyah berasal dari nama tokoh pendirinya, Abu Al-Hasan Ali ibn Isma'il Al-Asy'ari, kelahiran Bashrah pada 873 M. Mulanya Al-Asy'ari adalah pengikut dan tokoh Mu'tazilah, murid Al-Jubba'i. Namun, pada usia 40 tahun, ia menolak paham-paham dan keluar dari Mu'tazilah. Berikut adalah kisah Al-Asy'ari keluar dari Mu'tazilah.

Pada suatu malam, Al-Asy'ari bermimpi bertemu Rasulullah Saw. Dalam mimpi itu, Rasulullah Saw. berkata kepadanya bahwa Mu'tazilah salah dan ahli hadis yang benar. Sebab lain adalah perdebatan Al-Asy'ari dengan gurunya tentang kedudukan tiga orang dengan status berbeda, yaitu mukmin, kafir, dan anak kecil, dan sang guru tidak dapat menjawab salah satu pertanyaannya.

Ajaran Mu'tazilah dan Asy'ariyah hampir semuanya berseberangan walau mereka sering berangkat dari dalil naqli—ayat Al-Quran—yang sama. Perbedaan ini disebabkan oleh postulat atau aksioma yang mereka buat. Mu'tazilah menderivasikan ajaran mereka dari aksioma *kebebasan manusia*, yaitu manusia bebas memilih dan menentukan perbuatannya, seperti dinyatakan dalam Surah Al-Kahf (18): 29. Sedangkan ajaran Asy'ariyah diderivasikan dari aksioma *kehendak (kekuasaan) Tuhan adalah absolut*, seperti tersirat dalam Surah Al-Anfâl (8): 17. Persamaan mereka adalah semangat yang menggebu untuk memuliakan dan menyucikan Islam. Tingginya motivasi inilah yang kadang menyebabkan mereka mengufurkan satu sama lain yang berseberangan paham.

Masalah yang mereka perselisihkan dapat dirangkum dalam matriks berikut.

1. Akal dan Wahyu

Teologi adalah ilmu yang membahas masalah ketuhanan, termasuk kewajiban manusia kepada Tuhan, dengan menggunakan instrumen akal dan wahyu. Akal, sebagai instrumen pikir yang ada dalam diri manusia, berusaha keras untuk sampai kepada Tuhan, sedangkan wahyu,

sebagai kabar dari alam metafisika, turun kepada manusia untuk menerangkan perihal Tuhan dan kewajiban manusia kepada-Nya.

Persoalan mengenai kekuatan akal dan fungsi wahyu terkait dua masalah pokok, yaitu cara mengetahui Tuhan dan baik-buruk. Masalah *pertama* terbagi menjadi dua: soal mengetahui Tuhan dan kewajiban atasnya. Sementara itu, masalah *kedua* terbagi menjadi soal baik-buruk dan kewajiban mengerjakan perbuatan baik dan menjauhi perbuatan buruk.

Mu'tazilah menyatakan bahwa semua pengetahuan dapat diperoleh dengan perantara akal dan kewajiban dapat diketahui dengan pemikiran yang mendalam. Artinya, keempat masalah tadi dapat diketahui oleh akal. Dengan demikian, berterima kasih kepada Tuhan sebelum turun wahyu hukumnya wajib. Baik dan jahat dapat serta wajib diketahui, demikian pula mengerjakan yang baik dan menjauhi yang jahat.

Asy'ariyah berpandangan bahwa dengan akal, manusia dapat mengetahui Tuhan, tetapi kewajiban berterima kasih, mengetahui baik dan buruk, serta segala kewajiban atas keduanya hanya bisa diketahui melalui wahyu. Karena itu, manusia boleh melakukan apa saja sebelum wahyu turun.

2. Fungsi Wahyu

Mu'tazilah. Wahyu mempunyai fungsi informasi dan konfirmasi, memperkuat hal-hal yang telah diketahui akal dan menerangkan hal-hal yang belum diketahui akal. Akal, menurut Abd Al-Jabbar, dapat mengetahui garis besar kewajiban, tetapi tidak sanggup memberikan perinciannya. Perbuatan tercela dibagi dalam *manâkir 'aqliyyah*, yaitu perbuatan yang dicela oleh akal, seperti tidak adil dan berdusta, dan *manâkir syar'iyyah*, yaitu perbuatan yang dicela oleh syariat atau wahyu, seperti berzina dan minum khamar. Kewajiban juga dibagi dua, yaitu *wajibat 'aqliyyah*, seperti berterima kasih kepada Tuhan dan membayar utang,

dan *wajibat syar'iyyah*, seperti ucapan dua syahadat dan shalat. *Manâkir syar'iyyah* dan *wajibat syar'iyyah* ini diinformasikan oleh wahyu.

Asy'ariyah. Wahyu menentukan segala hal karena wahyu diperlukan untuk mengatur manusia. Oleh sebab itu, pengiriman rasul merupakan suatu keharusan, bukan hanya sesuatu yang dapat terjadi.

3. *Free Will* dan *Predestination*

Mu'tazilah. Manusia mempunyai kehendak yang besar, bebas, dan daya untuk mewujudkannya. Perbuatan manusia bukan diciptakan Tuhan, tetapi manusia sendirilah yang mewujudkan perbuatannya. Manusia adalah makhluk yang dapat memilih.

Asy'ariyah. Manusia tidak bisa menghendaki sesuatu, kecuali jika Tuhan menghendaki agar manusia menghendaki sesuatu tersebut. Setelah muncul kehendak, dibutuhkan daya untuk mewujudkan kehendak menjadi perbuatan. Dalam hal ini Asy'ariyah memperkenalkan konsep *kasb*, yaitu sesuatu yang timbul dari *muktasib* (yang memperoleh) dengan perantara daya yang diciptakan Tuhan. Dengan daya Tuhan ini manusia bisa melakukan perbuatan sehingga perbuatan manusia adalah perbuatan Tuhan. Manusia hanya merupakan tempat berlakunya perbuatan-perbuatan Tuhan. Atau, manusia tidak mempunyai kekuasaan dan pilihan sama sekali. Manusia bagaikan bulu tertiup angin, tidak mempunyai kekuasaan untuk menentukan geraknya sendiri.

4. Kehendak dan Kekuasaan Tuhan

Mu'tazilah. Kehendak dan kekuasaan Tuhan dibatasi oleh kebebasan yang diberikan kepada manusia dalam menentukan perbuatan. Inilah akibat aksioma kebebasan manusia versi Mu'tazilah. Lebih lanjut, kekuasaan mutlak Tuhan juga dibatasi oleh alam (*nature*) dan hukum alam yang tidak mengalami perubahan. Berkaitan dengan hukum alam ini, Al-Jahiz mengatakan bahwa setiap benda mempunyai *nature*-nya sendiri sehingga apa pun yang terjadi akan berakibat sesuai *nature* ma-

sing-masing. Sedangkan Al-Khayyath menerangkan bahwa setiap benda mempunyai *nature* tertentu, tetapi tidak dapat menghasilkan efek, kecuali efek yang telah melekat padanya, seperti api hanya akan menghasilkan panas dan es hanya menimbulkan dingin. Dan efek yang ditimbulkan oleh setiap benda bukan perbuatan Tuhan. Perbuatan Tuhan hanya menciptakan benda-benda yang mempunyai *nature* tertentu. Jadi, Tuhan ibarat Raja Konstitusional.

Asy'ariyah. Tuhan bersifat absolut. Menurut Al-Dawwami, Tuhan adalah Maha Pemilik yang bersifat absolut yang dapat berbuat apa saja yang dikehendaki-Nya dan tak seorang pun dapat mencela perbuatan-Nya. Bahkan, menurut Al-Ghazali, Tuhan dapat menyiksa orang yang berbuat baik dan memberi pahala atau upah kepada orang kafir, jika itu dikehendaki-Nya. Tuhan bagai Diktator Totaliter.

5. Keadilan Tuhan

Mu'tazilah. Tuhan mempunyai tujuan dalam setiap perbuatan-Nya, tetapi karena Tuhan tidak berhajat pada hasil perbuatan tersebut, hasil perbuatan itu ditujukan untuk kepentingan makhluk hidup, khususnya manusia. Keadilan Tuhan berarti kewajiban yang harus dihormati Tuhan.

Asy'ariyah. Tuhan dapat berbuat apa saja sesuai kehendak-Nya. Sungguhpun hal itu tidak adil dalam pandangan manusia. Perbuatan salah atau tidak adil ialah perbuatan yang melanggar undang-undang atau hukum. Dengan kata lain, tidak ada undang-undang atau hukum di atas Tuhan sehingga perbuatan-Nya tidak pernah bertentangan dengan hukum.

6. Perbuatan Tuhan

- Kewajiban Tuhan kepada Manusia

  Mu'tazilah. Tuhan mempunyai kewajiban kepada manusia berupa kewajiban berbuat baik, seperti menepati janji-janji-Nya dan me-

ngirim rasul untuk memberi petunjuk kepada manusia. Sedangkan menurut **Asy'ariyah,** Tuhan tidak berkewajiban berbuat apa pun, termasuk mengirim rasul untuk manusia.

- Berbuat Baik

  Menurut **Mu'tazilah**, Tuhan berkewajiban berbuat baik kepada manusia. Menurut **Asy'ariyah,** Tuhan tidak punya kewajiban kepada manusia.

- Beban di Luar Kemampuan

  Mu'tazilah menolak paham bahwa Tuhan dapat memberi beban di luar kemampuan manusia. Namun, **Asy'ariyah** mengatakan bahwa Tuhan dapat meletakkan beban yang tidak dapat dipikul manusia.

- Janji dan Ancaman

  Mu'tazilah, menepati janji dan menjalankan ancaman adalah wajib bagi Tuhan. Janji dan ancaman merupakan salah satu dasar kepercayaan kaum Mu'tazilah. **Asy'ariyah**, Tuhan tidak mempunyai kewajiban untuk menepati janji dan menjalankan ancaman yang tertera dalam Al-Quran dan hadis. Asy'ariyah menafsirkan *man* (siapa) dan *alladzîna* (yang) berbuat jahat, dalam ayat-ayat Al-Quran, merujuk pada *sebagian orang*, bukan *semua orang.*

7. Sifat Tuhan

- Sifat Tuhan secara Umum

  Mu'tazilah. Tuhan tidak mempunyai sifat. Tuhan tidak mempunyai pengetahuan, tidak mempunyai kekuasaan, tidak mempunyai hajat, dan sebagainya, tetapi tidak berarti Tuhan tidak mengetahui atau tidak berkuasa. Menurut Abu Al-Huzail, Tuhan mengetahui dengan perantara pengetahuan dan pengetahuan itu adalah Tuhan itu sendiri, yaitu zat Tuhan. Menurut Al-Jubba'i, untuk mengetahui, Tuhan tidak berhajat kepada suatu sifat dalam bentuk pengetahuan atau keadaan mengetahui.

  Asy'ariyah. Tuhan mempunyai sifat seperti daya, pengetahuan, hayat, dan kemauan. Sifat-sifat ini, menurut Al-Ghazali, tidak sama

dengan zat (esensi) Tuhan, tetapi mewujud dalam esensi itu sendiri. Sifat-sifat itu bukan Tuhan, tetapi juga bukan selain Tuhan. Walau sifat-sifat itu kekal, tetapi karena bukan Tuhan, tidak membawa pada paham kekal.

- Antromorfisme

  Mu'tazilah. Tuhan bersifat nonmateri, tidak mempunyai badan (fisik), karena itu tidak mempunyai sifat-sifat jasmani. Ayat-ayat Al-Quran yang menggambarkan Tuhan mempunyai sifat jasmani harus diinterpretasikan lain. *'Ain* (mata) diartikan pengetahuan, *wajh* (muka) diartikan esensi, *yad* (tangan) diartikan kekuatan, dan *'arsy* (takhta kerajaan) diartikan kekuasaan.

  Asy'ariyah. Tuhan mempunyai sifat-sifat jasmani seperti yang disebut dalam Al-Quran, tetapi tidak diketahui bagaimana bentuknya. Asy'ariyah menolak interpretasi Mu'tazilah tentang sifat-sifat jasmani Tuhan.

- Melihat Tuhan

  Mu'tazilah menyatakan Tuhan tidak dapat dilihat karena Tuhan bersifat nonmateri dan tidak mengambil tempat. **Asy'ariyah** berpandangan Tuhan dapat dilihat oleh manusia dengan mata kepala di akhirat nanti. Yang tak dapat dilihat hanyalah yang tak berwujud, sedang yang berwujud pastilah dapat dilihat. Tuhan berwujud, karena itu dapat dilihat.

8. Kalam Tuhan

Mu'tazilah berpandangan kalam bukanlah sifat, tetapi perbuatan Tuhan. Dengan demikian, Al-Quran tidak *qadim*, tetapi baru dan diciptakan. Selain itu, Al-Quran itu tersusun sehingga mesti diciptakan dan, oleh karena itu, baru. Sedangkan **Asy'ariyah** menyatakan kalam adalah sifat dan karena itu bersifat *qadim*. Kalam, menurut paham ini, adalah makna abstrak dan tidak tersusun. Yang tersusun adalah salinan kalam Tuhan.

Atomisme Asy'ariyah

Gagasan atomisme memiliki sejarah yang panjang, baik dalam pemikiran Timur maupun Barat. Dalam Islam, atomisme dikembangkan sejak abad ke-8 oleh pengikut Mu'tazilah. Dhirar ibn 'Amr, teolog Mu'tazilah yang hidup sezaman dengan Washil ibn 'Atha', merupakan teolog pertama yang menolak dualisme substansi-aksiden yang sudah diterima secara umum. Menurutnya, benda merupakan sekumpulan aksiden yang begitu tergabung akan menjadi pembawa atau pengembang (substratum) aksiden-aksiden. Demikian juga pandangan seorang materialis Syi'ah yang menganut suatu pandangan antromorfik yang paling kasar tentang Tuhan, Hisyam ibn Al-Hakam. Ia menentang dualisme ortodoks ini dan menurunkan segala sesuatu dalam pengertian tubuh yang, menurutnya, dapat dibagi *ad infinitum*, dan karena itu tidak tersusun dari atom-atom.

Atomisme yang dimulai oleh para teolog Mu'tazilah ini kemudian disempurnakan dan dikembangkan oleh para teolog Asy'ariyah, khususnya Abu Bakar Al-Baqillani. Atomisme Asy'ariyah merupakan hasil aplikasi langsung perspektif teologisnya tentang alam yang terkandung dalam wahyu Islam, setelah diintegrasikan dengan konsep-konsep dari sumber lain. Asy'ariyah tidak tertarik pada pandangan dunia Aristotelian yang dikuasai oleh proses kausal yang mengembangkan dirinya sendiri hampir secara mekanik. Hal ini tidak sesuai dengan tujuan mereka yang mengedepankan hak istimewa Tuhan untuk bertindak bebas dan imperatif di dunia. Mereka menyukai suatu gugus atom-atom yang bergantung pada *kesenangan Tuhan yang sewenang-wenang*, dan menjadi basis pandangan dunianya.

Atomis Muslim pengikut kalam Asy'ariyah, Abu Bakar Al-Baqillani, menolak atomisme Yunani sebagai butiran terkecil, jauh lebih kecil daripada butiran kapur di papan tulis. Atom-atom itu tidak kekal dan pasti akan mengalami kemusnahan. Al-Quran menegaskan bahwa kehancuran dan kemusnahan pasti datang. Kekekalan hanya milik Sang Khalik.

Gambar 1 Kapur

Tuhan memiliki banyak nama, atribut, dan sifat. Setiap aliran teologi dalam Islam tumbuh dan berkembang atas dasar penerimaan pada satu sifat dominan. Teologi Asy'ariyah bertumpu pada penerimaan tindakan *sewenang-wenang Tuhan*. Menurut Asy'ariyah, dorongan hebat di balik tindakan Tuhan adalah "apa yang diinginkan-Nya" dan "karena kehendak-Nya".

Penerapan prinsip "karena kehendak-Nya" pada aktivitas Tuhan di alam melahirkan gagasan *occasionalism* yang didefinisikan sebagai kepercayaan akan kemahakuasaan Tuhan dalam kesendirian-Nya. Tuhan terlibat langsung dalam penyelenggaraan alam semesta dan keterlibatan tersebut dipandang sebagai manifestasi lahiriah kesempatan-Nya (*occasion*). Implikasi *occasionalism* ini adalah segala sesuatu dan peristiwa di alam semesta, secara substansial, bersifat terputus-putus dan saling bebas. Tidak ada kaitan antara satu peristiwa dan peristiwa lain, kecuali melalui kehendak Ilahi. Dalam perspektif kesewenang-wenangan Tuhan ini, bila peristiwa A terkait atau berhubungan dengan peristiwa B, hubungan ini tidak terjadi secara alamiah, tetapi karena

Tuhan menghendaki demikian. Dengan demikian, *occasionalism* menyangkal kausalitas atau hukum sebab-akibat.

Atomisme Asy'ariyah adalah deskripsi kalamnya dalam elemen-elemen penyusun dunia ciptaan atau alam semesta dan merupakan konsekuensi langsung dari prinsip keterputusan substansial segala sesuatu. Alam didefinisikan sebagai segala sesuatu, selain Tuhan, dan terdiri dari dua unsur yang berbeda, yakni atom dan aksiden. Sebagaimana atomisme Democritus, atom dipostulatkan sebagai الجزء الذى لا يتجزأ (bagian yang tidak dapat dibagi). Atom-atom ini merupakan satuan paling fundamental yang dapat eksis dan darinya seluruh alam dibangun.

Al-Baqillani menetapkan penyangga metafisika teologi Asy'ariyah dan membagi karakteristik atomisme menjadi tiga. *Pertama*, atom-atom tidak mempunyai ukuran atau besar dan bersifat homogen. Artinya, atom merupakan *dimensionless entities*, yakni tanpa panjang, tinggi, dan lebar, tetapi terpadu membentuk benda yang mempunyai dimensi. Atom-atom ini berbeda dari atom-atom Leucippus dan Democritus yang memiliki besar. *Kedua,* jumlah atom tertentu atau berhingga (*finite*). Di sini Asy'ariyah menolak *infiniteness* dari semua mazhab atomis Yunani dengan basis argumentasi skriptural yang jelas, yakni:

Agar dia mengetahui bahwa rasul-rasul itu sungguh telah menyampaikan risalah Tuhannya, sedang (ilmu-Nya) meliputi apa yang ada pada mereka, dan Dia menghitung segala sesuatu satu per satu. (QS Al-Jinn [72]: 28)

Segala sesuatu terhitung dan sesuatu yang terhitung adalah tertentu, berhingga. *Ketiga,* atom-atom dapat musnah atau lenyap, atom tidak dapat bertahan untuk dua saat. Al-Baqillani mendefinisikan aksiden (*aradh*) sebagai *sesuatu yang tidak bertahan lama* dengan basis skriptural Surah Al-Anfâl (8): 67.

تُرِيدُونَ عَرَضَ الدُّنْيَا وَاللَّهُ يُرِيدُ الْآخِرَةَ

Kamu menghendaki harta benda duniawi, sedangkan Allah menghendaki (pahala) akhirat untukmu. (QS Al-Anfâl [8]: 67)

Akhirat kekal, bertahan lama, sedangkan *aradh* sebentar dan pasti musnah seperti ditegaskan dalam ayat berikut.

Yang menghancurkan segala sesuatu dengan perintah Tuhannya, sehingga mereka (kaum 'Ad) menjadi tidak tampak lagi (di bumi), kecuali hanya (bekas-bekas) tempat tinggal mereka. Demikianlah Kami memberi balasan kepada kaum yang berdosa. (QS Al-Ahqâf [46]: 25)

Pada setiap momen, atom mewujud dan melewati ekstensi. Durasi setiap atom adalah sekejap. Atom-atom tercipta, musnah, tercipta lagi, musnah lagi, dan seterusnya. Eksistensinya yang sesaat ini dimungkinkan karena keterlibatan Tuhan secara terus-menerus, mencipta, memusnahkan, mencipta, dan memusnahkan sampai Tuhan ingin berhenti.

Dengan sifat ketiga ini—atom musnah—Al-Baqillani seolah hendak menegaskan kekuasaan Tuhan atas objek kecil dan terkecil. Tidak ada hal yang dapat luput dari pengetahuan dan kekuasaan-Nya. Semua dalam genggaman-Nya dan setiap saat dapat dihancurkan dan diciptakan kembali sesuai kehendak-Nya.

Alam semesta, dalam perspektif atomisme Asy'ariyah, dijelaskan sebagai berikut. Alam tersusun dari atom-atom dan aksiden-aksiden serta mengalami penciptaan, penghancuran, dan pemusnahan terus-menerus. Ketika Tuhan menciptakan atom suatu benda, Dia juga menciptakan aksiden-aksiden yang membuat atom itu dapat terwujud. Saat atom-atom itu lenyap, Tuhan menggantinya dengan atom-atom dan aksiden-aksiden yang jenisnya sama, selama Tuhan menginginkan benda yang sama tetap ada. Jika tidak menginginkannya, Tuhan tidak akan menciptakan lagi aksiden yang dimaksud.

Dalam perspektif ini, semua perubahan dalam skala makro, termasuk mukjizat, merupakan akibat proses atomik yang secara langsung dihasilkan oleh aktivitas Ilahi. Jika Tuhan menginginkan suatu mukjizat terjadi, misalnya, transformasi tongkat menjadi ular, dalam sekejap Tuhan akan menghentikan penciptaan atom-atom dan aksiden-aksiden yang membentuk tongkat, dan secara serentak menggantikannya dengan atom-atom dan aksiden-aksiden yang membentuk ular.

Atomisme Asy'ariyah tadi memberi implikasi-implikasi sebagai berikut. *Pertama*, pada tingkat atomik, kita tidak dapat berbicara tentang perpindahan atom yang sama dari satu titik ke titik yang lain. Kita harus berbicara pemusnahan di titik semula, penciptaan kembali pada titik kedua, dan hilang di antara keduanya. Dengan demikian, eksistensi ruang hampa atau ketiadaan dipertegas, tetapi kita tidak mempunyai konsep jarak Newtonian. *Kedua*, alam semesta merupakan wilayah yang terpisah (*discontinue*) dengan entitas yang bebas atau tidak saling memengaruhi. Artinya, tidak ada kausalitas antara satu momen eksistensi dengan momen selanjutnya. Menurut Asy'ariyah, keseragaman urutan peristiwa alamiah hanyalah penampakan dan tidak nyata, dalam artian tidak memiliki eksistensi objektif. "Sebab-akibat" itu tidak lebih dari sekadar *konstruksi mental* atau *kebiasaan* dalam pikiran manusia.

Hal yang perlu digarisbawahi dari atomisme Asy'ariyah adalah, *pertama*, gagasan ini murni dibangun atas fondasi wahyu. Al-Baqillani menjadikan Al-Quran sebagai pijakan bagi pemberian sifat-sifat atom. *Kedua*, sifat-sifat atom Al-Baqillani, meski belum dikuantitatifkan dalam perumusan matematis, mempunyai kesamaan dengan teori atom modern. Kenyataan kedua ini menyiratkan kemungkinan adanya cara lain dalam memandang dan memahami alam yang berbeda dari metode yang

Gambar 2 Ular

digunakan dalam sains modern, tetapi berhasil merumuskan teori atom yang mempunyai kesamaan dengan teori kuantum.

Awalnya, sebagaimana setiap Muslim, Al-Baqillani memandang bahwa wahyu yang tertuang di dalam Al-Quran pasti dan selalu benar. Sebagai Muslim terdidik dan mempunyai ketertarikan pada alam dan konsepsinya, ia pun mencoba menyodorkan gagasan alternatif tentang atom yang, menurutnya, lebih sesuai dengan prinsip-prinsip keimanannya dibandingkan dengan teori atom Democritus. Ayat-ayat Al-Quran yang relevan ia terjemahkan dan dimaknainya lebih lanjut bagi konstruksi gagasan atomnya. Langkah yang juga dilakukan oleh para sarjana Muslim generasi awal, seperti Ibn Sina, Al-Jahiz, dan lainnya. Langkah yang harus dihidupkan kembali pada masa sekarang, yaitu membangun ilmu pengetahuan dalam bingkai dan fondasi wahyu.[]

Ilmuwan dan Jalan Sunyi

Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan.
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah.
Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Mahamulia.
Yang mengajar (manusia) dengan perantara pena.
Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya. (QS Al-'Alaq [96]: 1-5)

Lima ayat pertama Al-Quran yang diturunkan ke hati Rasulullah Saw. diawali dengan perintah untuk membaca dan diakhiri dengan proses pembelajaran melalui perantara *qalam*. Pada proses ini, Tuhan menjadi aktor dan sebab utama eksistensi manusia dan pergulatannya menjadi makhluk yang berpengetahuan. Inilah ciri Islam, di mana hasil olah pikir manusia senantiasa melibatkan Tuhan di dalamnya.

Pengetahuan menjadi penentu kualitas seseorang atau komunitas. Kualitas yang berujung pada kekuatan, *knowledge is power*. Diktum terakhir ini mengemuka karena sains positivistik-materialis secara diam-diam telah menyingkirkan peran Tuhan.

Abu Utsman Amr ibn Bahr Al-Kinani Al-Fuqaimi Al-Bashri yang lebih populer dengan julukan Al-Jahiz adalah ilmuwan Muslim yang paling produktif pada generasi awal. Ahli sejarah mencatat, Al-Jahiz menulis 450

buku sepanjang kariernya sebagai ilmuwan, yang paling terkenal adalah Kitab *Al-Hayawan*, ensiklopedia zoologi yang terdiri dari tujuh volume. Di dalamnya dibahas lebih dari 350 hewan, pengaruh lingkungan terhadap perkembangan spesies hewan, dan transformasi menjadi spesies baru. Menurut Al-Jahiz, ilmu hewan adalah ilmu agama karena dalam mengkaji berbagai jenis, perilaku, sifat, dan kondisi hewan, sesungguhnya kita sedang mencari jejak-jejak Tuhan di sana.

Tuhan tidak sekadar eksis dalam nalar ilmuwan Muslim, tetapi melebur dalam ilmu yang dirumuskannya. Karakteristik ini harus tetap ada dalam sains Muslim—dulu, sekarang, maupun pada masa yang akan datang. Ilmu pengetahuan telah dibangun oleh generasi demi generasi, dulu sampai sekarang, tercatat di dalam ribuan atau jutaan buku melalui goresan pena. Calon ilmuwan tidak harus memulai upayanya menyibak rahasia alam dari nol dengan melakukan segala sesuatunya sendiri, melainkan dengan membaca karya-karya yang ada yang umumnya telah diakui kesahihannya.

Seorang pelajar harus membaca dan membaca. Sekarang dunia telah berkembang sedemikian rupa, informasi dapat diakses dengan cepat melalui dunia *cyber*. Meskipun demikian, buku tetap menawarkan kedalaman dan perannya sebagai sumber ilmu tetap tak tergantikan. Buku dalam bahasa Jepang disebut *hon* (木), huruf kanji ini melambangkan dan berarti "akar". *Hon* berarti akar ilmu dan pengetahuan manusia; dengan membaca buku, manusia menjadi berilmu pengetahuan. Semakin banyak membaca, semakin banyak pengetahuan seseorang.

Sejarah memperlihatkan, tidak ada seseorang yang mendadak menjadi ilmuwan. Kemarin masih *clingak-clinguk tulalit*, tetapi bangun tidur esok harinya menjadi piawai, misalnya, dalam teori kuantum atau teori relativitas Einstein. Seseorang biasanya mempunyai impian di masa kecilnya, dan impian ini yang kemudian menuntun langkahnya. Tidak jarang, seseorang yang akhirnya benar-benar menjadi ilmuwan adalah mereka yang sejak kecil telah mempunyai idola ilmuwan besar. Hal ini sesuai dengan isi pesan Imam Al-Ghazali kepada para calon pencari kebenaran, calon ilmuwan, "Langkah mula terbaik bagi pen-

cari kebenaran adalah meniru orang-orang terbaik, terpandai, serta memperdalam pengetahuannya."

Para ilmuwan adalah para pemimpi, orang yang mempunyai impian sejak kecil dan dengan komitmen serta keteguhan hati mengejar impian tersebut. Ilmuwan dapat lahir atau muncul dari mana saja. Impian adalah kata kuncinya. Upaya menggapai impian tersebut sering membuat calon ilmuwan harus menjalani kehidupan yang berbeda dari teman-temannya secara umum. Ketika teman-temannya menghabiskan waktu dengan bermain *game*, bercanda, atau jalan-jalan ke pusat-pusat keramaian; calon ilmuwan harus mendekam, membaca dan menulis di kamar, perpustakaan, atau laboratorium. Jalan sunyi dan terjal yang dapat dilalui oleh siapa saja yang menghendaki. Tidak ada sistem dinasti dalam dunia ilmu. Anak Einstein tidak serta-merta menjadi pewaris dan ahli serta tidak dapat dikarbit menjadi ahli teori relativitas.

"Sang Nabi"

Paul Adrien Maurice Dirac yang kadang dipanggil Paul atau Dirac saja adalah contoh ilmuwan besar dengan masa kecil kurang bahagia. Ia lahir di Bristol, Inggris, 8 Agustus 1902. Ayahnya, Charles Adrien Ladislas Dirac, adalah imigran dari Saint-Maurice di Valais Canton, Swiss, alumni University of Geneva yang datang ke Inggris sekitar 1888 dan mengajar bahasa Prancis pada sekolah menengah di Bristol. Di sini Charles bertemu Florence yang bekerja di Perpustakaan Pusat Bristol dan merupakan putri seorang instruktur di perkapalan Bristol. Keduanya menikah pada 1889 dan dikaruniai tiga anak yang semuanya masih berstatus warga negara Swiss sampai menjalani naturalisasi pada 1919.

Dirac adalah anak kedua, kakak laki-lakinya, Reginald Charles Felix Dirac, dan adik perempuannya, Beatrice Isabelle Marguerite Walla Dirac. Charles, sang ayah, mengasuh mereka secara kaku dan keras dengan memaksa mereka berbicara menggunakan bahasa Prancis ketika makan bersama dan dihukum jika terdapat kesalahan tata bahasa. Dirac

biasa memilih diam selama menjalani hukuman, dan sifat diam ini terus terbawa di dalam hidupnya.

Para sejawat Dirac di Cambridge merasakan sifat pendiam dan hemat bicaranya. Mereka membuat gurauan dengan membuat definisi satuan dirac sebagai satu kata per jam. Dirac pun distereotipkan dengan hanya dapat mengatakan kata "Ya", "Tidak", dan "Tidak Tahu". Ketika Chandrasekhar menjelaskan gagasannya, Dirac terus-menerus berkata "ya" dan kemudian menjelaskan kepada Chandrasekhar bahwa kata "ya" bukan berarti dia setuju dengan apa yang dikatakannya, tetapi ia ingin Chandrasekhar melanjutkan penjelasannya.

Ketika Niels Bohr mengeluh karena kesulitan mengakhiri kalimat untuk artikel ilmiahnya, Dirac berkomentar, "Di sekolah aku diajari untuk tidak memulai kalimat yang aku tidak tahu akhirnya." Dirac juga mengkritik puisi fisikawan J. Robert Oppenheimer, "Tujuan sains adalah membuat sesuatu yang sulit menjadi dapat dipahami dengan lebih mudah, dan tujuan puisi adalah menyatakan sesuatu yang sederhana dalam cara yang tidak dapat dipahami. Keduanya tidak bersesuaian."

Selain pendiam, Dirac juga sosok yang lugas apa adanya, termasuk memahami ucapan seseorang. Suatu malam, ketika mendengar seseorang berbasa-basi saat makan malam dengan mengatakan bahwa suasana makan diiringi angin semilir, Dirac meninggalkan meja menuju pintu dan melihat keluar, lalu kembali ke meja dan berkata, "Benar, di luar angin berembus."

Karena kebiasaannya menyendiri, sebagian sejawatnya menyebutnya sebagai sosok yang kesepian. Dirac sendiri menulis dalam catatan hariannya bahwa ketika *postgraduate*, dirinya berkonsentrasi penuh pada riset dan hanya berhenti pada hari Minggu yang ia gunakan untuk berjalan-jalan sendirian. Pada 1934, Dirac mengunjungi Institute for Advanced Study di Princeton dan di sana berteman dengan fisikawan Eugene Wigner. Bersamaan dengan Dirac di sana, saudara perempuan Wigner, Margit, yang tinggal di Budapest mengunjungi saudaranya. Selama makan malam di The Annex Restaurant, yang berdiri sampai 2006, Manci bertemu dengan "pria kesepian di meja sebelah".

Januari 1937, Dirac menikah dengan Margit di London, dan dari pernikahannya ini mereka dikaruniai dua putri, Mary Elizabeth dan Florence Monica. Sebelumnya, Margit telah menikah dan mempunyai dua anak lelaki, Judith dan Gabriel Andrew, dan diadopsi dengan nama Dirac. Gabriel Andrew Dirac tumbuh menjadi ahli dan profesor matematika murni di Aarhus University di Denmark dan berkontribusi pada *graph theory*.

Y.S. Kim, fisikawan Korea, yang mengagumi Dirac menulis, "Merupakan keberuntungan bagi komunitas fisika bahwa Manci, panggilan Margit Wigner, menaruh perhatian kepada Paul A.M. Dirac yang kita hormati. Dirac menulis sebelas publikasi selama periode 1939-1946 dan dapat menjaga produktivitas riset karena Manci bertanggung jawab atas segala sesuatunya."

Dirac juga tampak seperti sosok yang antisosial. Pada 1933, Dirac mendapat anugerah hadiah Nobel untuk fisika bersama Erwin Schrodinger. Karena tidak menyukai publisitas, Dirac berniat akan mengembalikan hadiah tersebut ketika penganugerahan. Namun, ketika dijelaskan kepadanya bahwa penolakan justru akan membuatnya semakin terseret ke dalam publisitas, ia pun menerimanya. Ketika diizinkan untuk mengundang orangtuanya dalam upacara penyerahan *award* tersebut di Stockholm, Dirac hanya mengundang ibunya, tidak ayahnya. Bahkan suatu ketika setelah ayahnya meninggal, Dirac menulis, *"I feel much freer now, and I am my own man."*

Meskipun demikian, Dirac juga dikenal sebagai sosok yang rendah hati. Ia menyebut "persamaan gerak Heisenberg" bagi evolusi temporal dari operator mekanika kuantum, dan ia orang pertama yang menurunkan persamaan tersebut. Para ahli fisika menyebut statistik Fermi-Dirac untuk partikel spin tengahan dan statistik Bose-Einstein untuk partikel spin bulat. Di dalam perkuliahan-perkuliahan terakhirnya, ia selalu menyebut statistik Fermi bagi partikel spin tengahan, ini demi kesimetrian karena yang untuk partikel spin bulat disebut statistik Einstein.

Dirac juga terkesan ateis. Pada Solvay Conference 1927 tentang pandangan agama dari Einstein dan Planck, Heisenberg mengumpulkan pandangan dari para peserta. Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, dan Dirac ada di konferensi tersebut. Dirac melakukan kritik atas tujuan politik dari agama dan menyatakan,

> "Aku tidak dapat mengerti mengapa kita buang-buang waktu berdiskusi tentang agama. Jika kita jujur, dan ilmuwan memang harus jujur, kita pasti mengakui bahwa agama adalah kumpulan pernyataan palsu tanpa dasar realitas. Gagasan utama tentang Tuhan adalah produk imajinasi. Mudah dimengerti mengapa masyarakat primitif yang lebih banyak menyingkap gaya-gaya alam yang hebat ketimbang kita saat ini melakukan personifikasi gaya-gaya tersebut ke dalam rasa takut. Saat ini, ketika kita memahami sedemikian banyak proses alamiah, kita tidak perlu solusi semacam itu. Aku tidak dapat melihat bagaimana postulat Tuhan Yang Mahakuasa menolong kita sesuai cara-Nya. Apa yang kulihat adalah asumsi ini menuntun pada pertanyaan-pertanyaan tidak produktif, seperti mengapa Tuhan membolehkan sekian banyak kesengsaraan dan ketidakadilan, eksploitasi orang miskin oleh orang kaya, dan semua horor yang mestinya dapat Dia cegah. Jika agama masih dipikirkan karena ide-idenya masih meyakinkan kita, tetapi secara sederhana sebagian dari kita ingin mempertahankan kelompok lemah tetap tenang. Masyarakat tenang lebih mudah diatur daripada yang ramai dan kecewa. Mereka juga lebih mudah untuk dieksploitasi. Agama adalah sejenis opium yang membolehkan negara untuk melalaikan diri dalam khayalan dan melupakan ketidakadilan yang berkembang di masyarakat. Karenanya, aliansi dekat antara dua kekuatan politik besar, negara dan gereja. Keduanya memerlukan ilusi balasan Tuhan yang pemurah, di langit jika tidak di Bumi, yang tidak membangkitkan perlawanan pada ketidakadilan. Jelaslah meng-

apa ajakan jujur untuk menyatakan bahwa Tuhan adalah sekadar hasil imajinasi, dicap sebagai dosa besar yang paling buruk."

Wolfgang Pauli yang tumbuh sebagai penganut Katolik taat terdiam ketika memperhatikan komentar Dirac. Ketika ditanya tentang pandangan Dirac, ia berkata sambil bersenda gurau, "Baik, saya akan katakan bahwa teman kita, Dirac, juga beragama dan firman pertama agamanya adalah, 'Tiada Tuhan dan Paul Dirac adalah nabinya.'" Hadirin pun serempak tertawa, termasuk Dirac. John Polkinghorne, salah seorang muridnya, bercerita bahwa suatu ketika Dirac ditanya tentang apa keyakinan mendasarnya. Dirac melangkah menuju papan dan menulis bahwa hukum-hukum alam diungkapkan dalam persamaan yang indah.

Dirac menjalani pendidikan pertamanya di Sekolah Dasar Bishop Road dan melanjutkan di Merchant Venturers Technical College, tempat ayahnya mengajar bahasa Prancis. College ini dicantolkan pada University of Bristol dan menekankan pada bidang teknik, seperti pembuatan sepatu, bangunan, dan logam, serta bahasa modern. Sekolah yang tidak biasa karena pada waktu itu pendidikan tingkat menengah umumnya masih bersifat konvensional dan klasik. Dirac merasa sangat beruntung telah bersekolah di tempat tersebut. Menurutnya, Merchant Venturers adalah sekolah unggulan bagi sains dan bahasa modern. Tidak ada bahasa Latin dan Yunani di sana, keadaan yang membuatnya senang karena Dirac memang tidak suka pada kultur lama.

Usai sekolah menengah, Dirac belajar dengan beasiswa pemerintah kota di Fakultas Teknik Jurusan Elektro di University of Bristol yang kampusnya berlokasi di Merchant Venturers Technical College. Sebelum menyelesaikan studinya pada 1921, Dirac mengikuti ujian masuk ke St. John's College, Cambridge, dan diterima dengan beasiswa, tetapi ia merasa beasiswanya kurang untuk hidup dan belajar di Cambridge. Meskipun Dirac lulus dengan penghargaan kelas utama di bidang rekayasa, iklim ekonomi pasca-Perang Dunia saat itu tidak memungkinkannya mendapatkan pekerjaan sebagai insinyur. Dirac pun

menerima tawaran studi secara gratis untuk *Bachelor of Arts* bidang matematika di Bristol dan diizinkan untuk melompati tahun pertama, mengingat studinya terdahulu. Dirac lulus pada 1923, sekali lagi dengan penghargaan kelas utama dan mendapat beasiswa yang cukup dari Departement of Scientific and Industrial Research untuk belajar di University of Cambridge.

Saat itu, teori relativitas umum sedang menjadi pembicaraan di mana-mana karena prediksi spektakuler lintasan cahaya melengkung di dekat objek masif dikonfirmasi oleh astronom Arthur Stanley Eddington. Dirac termasuk salah seorang yang terpesona dengan teori relativitas umum dan berharap dapat belajar serta riset topik tersebut di bawah bimbingan Ebenezer Cunningham. Sayangnya, Cunningham telah mempunyai banyak mahasiswa bimbingan sehingga Dirac diserahkan kepada Ralph Fowler, seorang fisikawan teoretik yang juga terkemuka di Cambridge. Fowler mengakui bahwa Dirac adalah mahasiswa dengan kemampuan yang tidak biasa dan di bawah bimbingannya, Dirac mengerjakan beberapa masalah dalam bidang utama Fowler, mekanika statistik. Selama enam bulan di Cambridge, ia menulis dua *paper* dalam masalah ini. Mei 1924, ia menyelesaikan *paper* pertamanya dalam masalah kuantum, dan empat lagi sampai November 1925.

Dirac membuat analogi antara Poisson bracket mekanika klasik dan kaidah kuantisasi dalam formulasi matriks Heisenberg mekanika kuantum. Dirac membuat kaidah kuantisasi dalam bentuk yang baru dan jelas. Pekerjaan ini dipublikasi pada 1926 dan membuatnya menerima gelar Ph.D. dari University of Cambridge pada tahun yang sama. Pada 1928, Dirac melakukan perkawinan antara teori kuantum dan teori relativitas khusus. Hasilnya adalah persamaan yang menggambarkan elektron dan memprediksi kehadiran positron, antipartikel dari elektron yang dikonfirmasi secara eksperimental oleh Carl Anderson pada 1932.

Persamaan Dirac ini juga memungkinkan terjadi kreasi dan anihilasi (pemusnahan) elektron-positron yang pada gilirannya juga penciptaan dan pemusnahan partikel-antipartikel secara umum. Gagasan ini selanjutnya juga menuntun pada gagasan kuantisasi kedua, anti-

komutator dan elektrodinamika kuantum. Dirac pun dipandang sebagai penemu elektrodinamika kuantum. Pada 1931, Dirac memublikasi kajiannya pada magnetic monopole dan dua tahun kemudian memublikasi *paper* yang memperlihatkan bahwa eksistensi magnetic monopole cukup untuk menjelaskan kuantisasi muatan listrik teramati.

Principles of Quantum Mechanics terbit pada 1930 dan menjadi tonggak penting dalam sejarah sains serta segera menyebar dengan cepat sebagai salah satu buku teks standar pada subjek mekanika kuantum bahkan sampai hari ini. Di dalam buku ini, Dirac menggabungkan mekanika matriks Heisenberg dan mekanika gelombang Schrodinger ke dalam formalisme matematik tunggal yang mengaitkan kuantitas terukur pada operator yang bekerja pada ruang Hilbert dari vektor-vektor yang menggambarkan keadaan dari sistem fisis. Buku ini juga memperkenalkan fungsi delta yang aneh dan sempat tidak diterima sebagai fungsi oleh para ahli matematika. Menyesuaikan artikel 1939, Dirac memasukkan notasi braket yang digunakan secara universal saat ini ke dalam edisi ketiga buku ini.

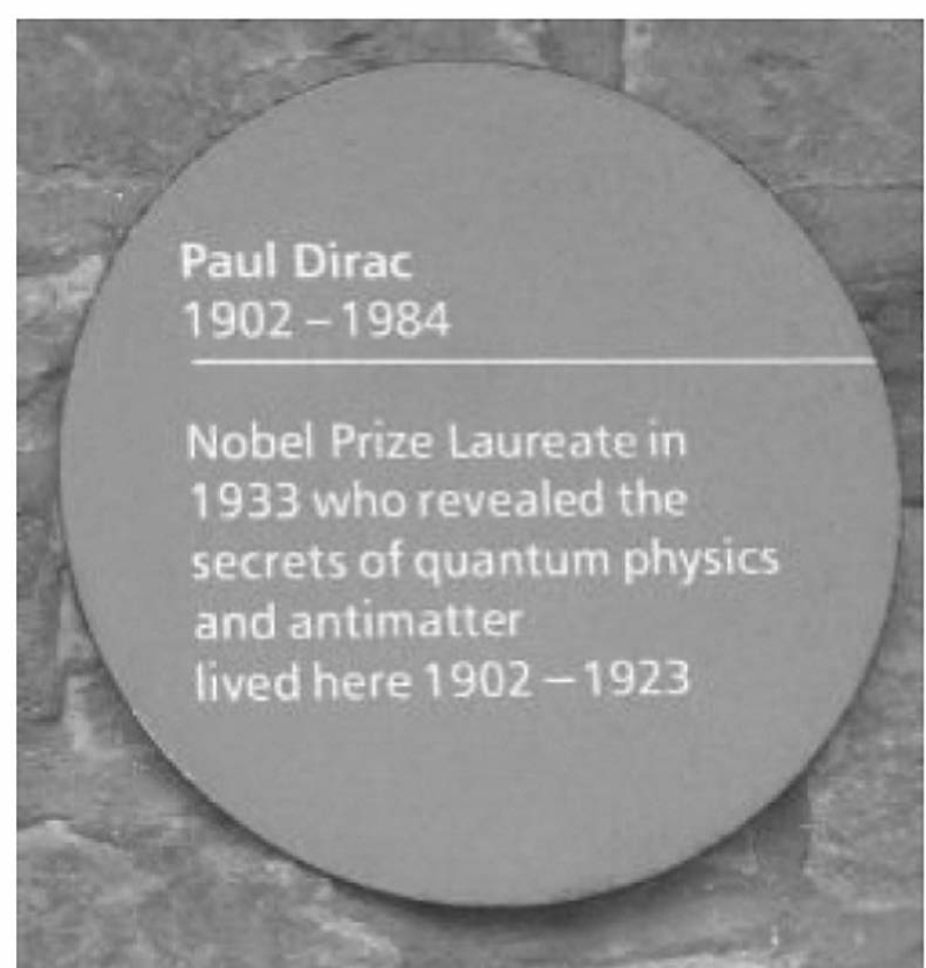
Pada 1930, Dirac terpilih sebagai anggota The Royal Society yang membuat namanya semakin terkenal. Dua tahun kemudian, Dirac menjadi Lucasian Professor of Mathematics di University of Cambridge. Pada 1933, Dirac dianugerahi hadiah Nobel, dan setelah itu banyak penghargaan diterimanya dari berbagai lembaga ilmiah bergengsi. Selama Perang Dunia Kedua, Dirac memimpin riset teoretis dan eksperimetal tentang pengayaan uranium dengan pemusing gas (gas centrifuge).

Pada 1969, Dirac pensiun dari Cambridge dan pergi ke Amerika bersama keluarganya agar lebih dekat dengan putri sulungnya, Mary. Ia menjadi tamu di University of Miami di Coral Gables Florida dan Florida State University. Pada 1971, ia ditetapkan sebagai guru besar fisika di Florida State University dan melanjutkan risetnya di sana.

Selain menulis artikel untuk jurnal-jurnal ilmiah, Dirac juga menulis beberapa buku teks. *Principles of Quantum Mechanics* (1930) yang meru-

pakan ringkasan dari gagasan-gagasan mekanika kuantum menggunakan formalisme modern yang secara luas dikembangkannya sendiri. *Lectures on Quantum Mechanics* (1966), banyak membahas mekanika kuantum dalam ruang-waktu melengkung. *Lectures on Quantum Field Theory* (1966), menguraikan fondasi teori medan kuantum menggunakan formalisme Hamiltonian. *Spinors in Hilbert Space* (1974), ditulis berdasarkan kuliahnya di University of Miami pada 1969 tentang aspek dasar dari spinor yang dimulai dengan formalisme ruang Hilbert riil. *General Theory of Relativity* (1975), buku 68 halaman ini merupakan ringkasan dari teori relativitas umum Einstein.

Dirac meninggal pada 20 Oktober 1984 di Tallahassee, Florida, dan disemayamkan di sana. Segera setelah Dirac meninggal, dua organisasi fisikawan profesional menetapkan penghargaan untuk mengenangnya. The Institute of Physics, organisasi profesional fisikawan Inggris, menganugerahkan Paul Dirac Medal and Prize bagi kontribusi menonjol untuk fisika teoretik. Tiga penerima pertamanya adalah Stephen Hawking (1987), John Steward Bell (1988), dan Roger Penrose (1989). Setiap tahun, setiap tanggal 8 Agustus, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) menganugerahkan Dirac Field of the ICTP.

Nama The Paul A.M. Dirac Science Library di Florida State University diberikan untuk menghormati Dirac. Jalan tempat The National High Magnetic Field Laboratory berada, diberi nama Paul Dirac Drive. Di kota masa kecilnya di Bristol, Dirac dikenang dan diperingati dengan piagam biru (*blue plaque*) sebagaimana orang-orang Inggris berjasa lainnya, dan Jalan Dirac diberikan untuk jalur masuk kota tersebut. Plakat penghargaan berupa persamaan Dirac diletakkan di tembok Se-

Gambar 1 *Blue Plaque* untuk Dirac
Sumber: physicsworld.com

kolah Dasar Bristol Road, tempat Dirac belajar ketika SD. Taman Dirac merupakan taman di seberang stasiun kereta api di Saint-Maurice, Swiss, tempat asal-usul keluarga ayahnya.

Sang Pemimpi

Michio Kaku, dari namanya dapat diduga dengan mudah bahwa ia orang Jepang. Meskipun demikian, Kaku adalah guru besar fisika teori di City University of New York dan sejak kecil telah tinggal di Amerika. Ayah dua putri, Michelle dan Alyson, dari istri yang juga orang Jepang, Shizue, ini memang kelahiran San Jose, California, 24 Januari 1947. Kakeknya hijrah ke Amerika setelah gempa bumi San Francisco 1906. Ayahnya juga kelahiran Amerika, tetapi menjalani pendidikan di Jepang.

Kaku memperoleh gelar *Bachelor of Science* dengan predikat *summa cum laude* dari Harvard University pada 1968, dan gelar Ph.D. dari University of California, Berkeley, pada 1972, dan mulai mengajar di Princeton University pada 1973. Selama Perang Vietnam berlangsung, Kaku sempat menjalani wajib militer, tetapi tidak sempat menjadi prajurit karena perang segera berakhir.

Saat ini, Michio Kaku adalah guru besar fisika teori di City College of New York dan Graduate Center of City University of New York. Minat utamanya adalah teori dawai (*string theory*) dan telah menulis 170 artikel tentang teori superstring, supergravity, supersimetri, dan fisika hadron. Selain menulis artikel ilmiah, ia juga menulis buku teks dan sains populer dan beberapa di antaranya *bestseller*.

Buku-buku teks yang telah ditulisnya adalah *Strings, Conformal Fields, and M-Theory* (1999), *Introduction to Superstrings and M-Theory* (1999), *Quantum Field Theory: A Modern Introduction* (1993). Sedangkan buku sains populernya adalah *Physics of the Future* (2011), *Physics of the Impossible* (2008), *Parallel Worlds* (2004), *Einstein's Cosmos* (2004), *Visions* (1998), dan *Hyperspace* (1994). Bersama Jennifer, ia menulis *Beyond Einstein* (1995) dan *Nuclear Power* (1982); bersama Daniel Axelrod, dia

menulis *To Win a Nuclear War* (1987). Kaku sangat produktif menulis, baik artikel ilmiah maupun sains populer, untuk publik luas.

Ada dua pengalaman masa kecil Michio Kaku yang memengaruhi dan membentuk kepribadian serta membangkitkan minatnya. Pertama, ketika usianya delapan tahun, ia melihat semua gurunya tampak sibuk dan gaduh dengan berita terbaru hari itu, yaitu kematian seorang ilmuwan besar. Malam itu, koran-koran memuat foto dari kantor sang ilmuwan dengan manuskrip yang belum tuntas terletak di atas mejanya. Tulisan di bawah foto menyatakan bahwa ilmuwan terbesar di era itu tidak dapat menyelesaikan *masterpiece* terbesarnya. Apa itu, tanya Kaku kepada dirinya sendiri, sedemikian sulit hingga seorang ilmuwan besar pun tidak dapat menyelesaikannya? Mengapa sedemikian rumit dan penting? Bagi Kaku, teka-teki tersebut menjadi lebih menarik dibandingkan dengan kisah misteri pembunuhan di dalam novel-novel detektif, serta lebih membangkitkan minat ketimbang kisah petualangan. Kaku bertekad untuk tahu apa manuskrip yang tidak selesai tersebut.

Belakangan Kaku mengetahui nama ilmuwan tersebut tidak lain adalah Albert Einstein dan manuskrip yang belum selesai adalah *theory of everything*, yakni satu persamaan yang akan membuka kunci rahasia alam semesta dan memungkinkannya untuk "membaca pikiran Tuhan".

Pengalaman penting lainnya adalah ketika Kaku menonton serial *Flash Gordon* di TV. Kaku tidak dapat beranjak jauh dari layar TV setiap Sabtu pagi. Ia merasa dibawa terbang menuju dunia misterius tempat makhluk alien, pesawat antarbintang, pertempuran senjata sinar, kota bawah air, dan aneka monster. Perjalanan menuju masa depan yang sedikit banyak memovitasi Kaku menulis buku terbarunya, *Physics of the Future*.

Setelah menyaksikan setiap episode, Kaku kecil mulai menyadari bahwa meskipun Flash Gordon mendapatkan semua penghargaan karena aksi-aksi heroiknya, ilmuwan Dr. Zarkov-lah yang membuat serial tersebut berlangsung. Dr. Zarkov menemukan pesawat roket, pelindung

yang tidak tampak, sumber tenaga bagi kota di ruang angkasa, dan seterusnya. Tanpa ilmuwan, tidak ada masa depan. Pemuda-pemuda tampan dan gadis-gadis cantik mungkin hanya menjadi pramuniaga dan mendapat upah sebagai tenaga-tenaga administrasi, tetapi semua penemuan menakjubkan tentang masa depan dilakukan oleh ilmuwan yang bekerja jauh dari keramaian dan hiruk pikuk.

Ketika SMA, Kaku mulai meniru dan mengikuti langkah para ilmuwan besar tersebut dan membuat peralatan untuk uji coba. Ia terobsesi untuk menjadi bagian dari revolusi besar yang akan mengubah dunia. Ia putuskan untuk membuat penumbuk atom dan meminta izin ibunya untuk membangun akselerator partikel 2,3 juta elektron volt di garasi. Sang ibu sangat terkejut meskipun pada akhirnya menyetujui rencana anaknya. Kaku pun pergi ke Westinghouse and Varian Associates dan mendapatkan baja transformer 400 pound dan kawat tembaga 22 mil, dan kemudian memasang akselerator betatron di garasi.

Sebelumnya, Kaku telah membuat kamar kabut (*cloud chamber*) dengan medan magnet yang sangat kuat dan memotret jejak antipartikel. Namun, hal tersebut dirasa belum cukup, ia ingin menghasilkan berkas antimateri. Kumparan magnetik penumbuk atomnya secara gemilang menghasilkan medan magnet 10.000 gauss, sekitar 20.000 kali medan magnet Bumi. Mesin menyedot daya 6 kilowatt yang merupakan daya listrik keseluruhan di rumahnya. Ketika mesin dinyalakan, semua sekring rumah meledak.

Singkat kata, ada dua pemicu yang membangkitkan minat Kaku dalam kehidupannya: keinginan untuk memahami semua hukum fisis yang ada di jagat raya dalam satu teori koheren dan keinginan untuk melihat masa depan. Akhirnya, ia juga menyadari bahwa dua keinginan tersebut saling melengkapi. Kunci untuk memahami masa depan adalah memahami hukum fundamental alam semesta dan kemudian menerapkannya untuk penemuan-penemuan, mesin, dan terapi yang akan menuntun peradaban kita jauh ke depan.

Saat ini, selain disibukkan sebagai guru besar fisika, Kaku juga aktif mengisi berbagai program radio dan televisi. Pada 2006, Kaku mulai

bersiaran Science Fantastic di 90 stasiun radio komersial yang tergabung dalam program sains secara nasional di Amerika Serikat. Saat ini, jaringan Talk Radio Network mempunyai anggota 130 stasiun radio. Program diformat interaktif dan fokus pada futurologi yang ia arahkan pada masa depan sains. Narasumber pun tidak tanggung-tanggung, terdiri dari pemenang Nobel, ilmuwan, dan peneliti top pada topik-topik teori dawai, *space and time travel*, lubang hitam, lubang cacing, terapi genetika, inteligensia buatan, dan SETI.

Kaku juga tampil di banyak program dan jaringan televisi, seperti Good Morning America, Naked Science, The Science Channel, The Discovery Science, Al Jazeera English, dan masih banyak lagi. Bahan siaran di radio dan televisi sebagian telah dibuat film dan divideokan. Di antara video dan film-filmnya adalah *We Are the Guinea Pigs*, *Borders*, *Synthetic Pleasures*, *Einstein Revealed*, *Future Fantastic*, *Exodus Earth*, *Me & Isaac Newton*, *Parallel Universes*, *Time Travel*, *Robo Sapiens*, *Brilliant Minds*: *Secret of the Cosmos*, *Alien Planet*, *Prophets of Science Fiction*, *2057*, *Future Car*, *Who's Afraid of a Big Black Hole*, *What Happened Before the Big Bang?*, dan masih banyak yang lain.

Sang Pendobrak

Abdus Salam adalah satu-satunya Muslim peraih penghargaan Nobel dalam bidang fisika. Ia mendapat penghargaan hadiah Nobel pada 1979 bersama Sheldon Lee Glashow dan Steven Weinberg atas karya mereka dalam teori unifikasi interaksi lemah dan elektromagnetik berbasis simetri.

Salam lahir pada 29 Januari 1926 di kota kecil Jhang, tidak jauh dari Lahore di Provinsi Punjab, Pakistan. Ayahnya, Muhammad Hussain, adalah pegawai Departemen Pendidikan di British Punjab State. Selain ayahnya yang bekerja di lingkungan pendidikan, keluarga Salam merupakan keluarga alim dan mempunyai tradisi belajar yang panjang. Latar belakang ini mengantarkan Salam pada usia 14 tahun lulus ujian matrikulasi di University of Punjab di Lahore dengan angka tertinggi

yang pernah dicapai. Ia memenangkan beasiswa Government College University dan mendapat gelar B.A. di bidang matematika pada 1944 dan M.A. pada 1946. Pada tahun yang sama, ia mendapat beasiswa ke St. John's College, Cambridge, dan menyelesaikan gelar B.A. dengan Double First-Class Honour dalam matematika dan fisika pada 1949.

Pada 1950, Salam menerima Smith's Prize dari University of Cambridge untuk prestasi pradoktor yang sangat menonjol terhadap fisika. Selanjutnya ia mendapatkan gelar Ph.D. fisika teori dari Laboratorium Cavendish di Cambridge dan tesisnya dipublikasi pada 1951 yang membahas masalah elektrodinamika kuantum dan membuatnya mendapat pengakuan internasional. Pada tahun ini pula Salam menjadi anggota Institute of Advanced Study Princeton dan Elected Fellow St. John's College, Cambridge.

Pada 1951 pula Salam kembali ke negerinya untuk mengajar dan menjadi guru besar matematika di Government College University, Lahore, sampai 1954. Pada 1952, ia menjadi Ketua Jurusan Matematika University of the Punjab, dan pernah mencoba untuk memperbarui kurikulum dengan memasukkan mekanika kuantum sebagai mata kuliah tingkat sarjana. Upaya ini ditolak oleh wakil rektor dan Salam memutuskan untuk mengajar mekanika kuantum pada malam hari di luar kurikulum reguler.

Salam kembali ke negerinya dengan semangat yang menyala untuk mendirikan sekolah riset dan ia pun segera tahu bahwa hal itu tidak memungkinkan. Untuk melanjutkan karier riset dalam fisika teori, tidak ada pilihan lain baginya selain meninggalkan negerinya dan bekerja di luar negeri. Pada 1954, setelah kerusuhan di Lahore setahun sebelumnya, Salam pergi meninggalkan Pakistan untuk mengajar di University of Cambridge dan sejak 1957 menjadi guru besar fisika teori di Imperial College London. Selaras dengan berjalannya waktu, jurusan fisika di Imperial College menjadi salah satu jurusan riset bergengsi dunia.

Kiprah Salam di dunia ilmiah tingkat internasional makin melesat. Diawali ketika Salam tertarik pada studi matematika dan terapannya di

fisika. Kemudian Salam mengerjakan topik elektrodinamika kuantum, teori medan kuantum, dan kromodinamika kuantum, serta perluasannya di fisika nuklir. Salam juga merumuskan teori neutrino dan memperkenalkan simetri Chiral (pluntir) yang berperan penting dalam interaksi lemah. Pada 1960, Salam bekerja di fisika nuklir dan memelopori gagasan tentang peluruhan proton serta memperkenalkan boson Higgs di dalam model standar.

Para fisikawan percaya terdapat empat gaya fundamental di alam, yaitu gaya inti lemah, gaya inti kuat, gaya elektromagnetik, dan gaya gravitasi. Sejak 1959, Salam bersama Weinberg dan Glashow bekerja untuk unifikasi gaya-gaya tersebut. Salam percaya bahwa gaya inti lemah tidak benar-benar berbeda dengan gaya elektromagnetik dan keduanya dapat saling mengonversi. Dari 1959, Salam telah mencari penyatuan yang berlangsung pada kedua gaya tersebut. Pada 1966, Glashow merumuskan tema yang sama dan teori digabung. Atas capaian ini, Salam bersama Glashow dan Weinberg dianugerahi hadiah Nobel pada 1979.

Bidang minatnya adalah matematika dan fisika, tetapi Salam juga tekun membaca karya sastra, filsafat, dan agama. Salah seorang mantan mahasiswa doktoralnya bertutur, "Ketika Dr. Salam memberi kuliah, ruangan akan penuh. Meskipun subjek kuliah fisika partikel, cara dan kefasihan berbicara membuatnya seolah-olah sedang berbicara tentang sastra. Jika kuliah selesai, para peserta bertepuk tangan dan memberi sambutan bergemuruh secara spontan."

Pada 1960, Salam kembali ke negerinya untuk menduduki pos di pemerintahan yang diberikan oleh Presiden Ayub Khan untuk membenahi kebijakan pengembangan sains. Sekadar ilustrasi, saat itu jumlah ilmuwan yang bekerja pada konsep fundamental fisika kurang dari 10 orang. Salam mengembangkan jaringan bagi riset dan pengembangan fisika di Pakistan dengan mengirim 500 mahasiswa ke luar negeri. Salam juga membenahi Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC) dan memanggil ahli fisika nuklir Pakistan yang telah lama tinggal di Swiss, Ishfaq Ahmad, untuk menjadi Direktur PAEC Lahore Center-6.

Salam adalah pendiri sekaligus penanggung jawab program riset ruang angkasa di Pakistan. Pada 16 November 1961, Space and Upper Atmosphere Research Commission diresmikan dan Salam sebagai direkturnya. Salam segera melobi dan membuat kerja sama dengan pemerintah Amerika. November 1961, National Aeronautics and Space Administration (NASA) membangun Pusat Uji Penerbangan di Provinsi Balochistan. Salam juga berhasil membuat kesepakatan dengan NASA untuk memberi pelatihan bagi ilmuwan dan insinyur ruang angkasa Pakistan.

Salam menyadari pentingnya teknologi nuklir bagi Pakistan. Pada 1965, Salam memimpin pendirian Lembaga Sains dan Teknologi Nuklir Pakistan. Pada tahun ini pula, di bawah kepemimpinan Salam, reaktor uranium Reaktor Riset Atom Pakistan mencapai critical. Pada 1971, Salam pergi ke Amerika membawa misi Zulfikar Ali Bhutto untuk mencegah perang India-Pakistan dan kembali ke negerinya membawa proposal tentang Proyek Manhattan. Program Komisi Energi Atom Pakistan pun mulai berjalan di bawah arahan Salam.

Pada 1964, Salam mendirikan dan menjadi direktur International Centre for Theoretical Physics (ICTP) di Trieste, Italia. Misi utama lembaga ini adalah memberdayakan ilmuwan-ilmuwan negara sedang berkembang. Berbagai program diselenggarakan untuk memfasilitasi ilmuwan dari Dunia Ketiga yang umumnya terkendala berbagai keterbatasan di negerinya. Sepuluh tahun kemudian, Salam juga mendirikan International Nathiagali Summer College (INSC) untuk mempromosikan sains di negerinya. INSC menyelenggarakan pertemuan tahunan ilmuwan berbagai bidang dari seluruh dunia di Pakistan.

Salam adalah Muslim yang taat dan penganut Ahmadiyah, dan memandang agama sebagai bagian terpadu dari aktivitas ilmiahnya. Suatu ketika, ia menulis, *"The Holy Quran enjoins us to reflect on the verities of Allah's created laws of nature; however, that our generation has been privileged to glimpse a part of His design is a bounty and a grace for which I render thanks with a humble hearts."* Ketika memberi sambutan dalam prosesi penyerahan hadiah Nobel, Salam mengutip ayat Al-Quran.

Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka, lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang? Kemudian pandanglah sekali lagi, niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu dengan tidak menemukan sesuatu yang cacat dan penglihatanmu itu pun dalam keadaan payah. (QS Al-Mulk [67]: 3-4)

Ia kemudian mengatakan, "Ini, pada hakikatnya, adalah keyakinan semua ilmuwan, makin dalam kita mencari, makin besar ketakjuban dan kegairahan kita, makin terpesona tatapan kita."

Salam juga sosok yang sadar akan tanggung jawabnya sebagai Muslim, ilmuwan, maupun cendekiawan. Upaya penyadaran tentang urgensi sains tidak hanya dilakukan untuk negerinya, melainkan juga negeri-negeri Muslim yang umumnya masuk kategori Dunia Ketiga yang sedang berkembang. Buku *Renaissance of Sciences in Islamic Countries* merupakan kumpulan tulisan tentang sains, Islam, dan Dunia Islam.

Pada 1974, Parlemen Pakistan melakukan amandemen konstitusi dan menetapkan Ahmadiyah sebagai kelompok keagamaan non-Islam. Salam melakukan protes atas keputusan ini dengan meninggalkan Pakistan menuju London. Meskipun telah meninggalkan negerinya, Pakistan, Salam tetap menjalin komunikasi dengan komunitas fisika teori dan ilmuwan di Komisi Energi Atom Pakistan. Kepergian meninggalkan Pakistan sebagai wujud protes merupakan salah satu penyesalan terbesarnya.

Salam menderita *stroke* dan berhenti sebagai Direktur ICTP pada 1993. Sebagai penghormatan kepada sang pendiri, di Trieste diadakan 3 hari pertemuan fisika yang dihadiri oleh rekan, mantan mahasiswa, dan pengagumnya. Puncak dari pertemuan tersebut adalah pemberian gelar *honoris causa* (yang ke-35) dari Saint Petersburg State University yang diberikan langsung oleh sang rektor. Seusai upacara resmi,

peserta dengan tenang berdiri dan berbaris menyampaikan ucapan selamat kepada Salam yang duduk lemah di kursi roda. Sesudah nama-nama besar, tibalah giliran seorang pemuda yang berasal dari Pakistan. Sang pemuda membungkuk ke arah Salam yang duduk di kursi roda dan berkata, "Pak, saya adalah mahasiswa dari Pakistan, kami sangat membanggakan Bapak." Bahu Salam tampak tergetar dan air mata pun menitik tak tertahankan.

Pada 21 November 1996, Abdus Salam meninggal dengan tenang di Oxford, Inggris, setelah sakit panjang. Jasadnya dibawa kembali ke Pakistan dan sekitar 30 ribu orang menghadiri pemakamannya. Salam dimakamkan bersebelahan dengan orangtuanya di Bahishti Maqbara, area pemakaman komunitas Ahmadiyah di Rabwah, Pakistan. Mulanya, di batu nisan makamnya tertulis "First Muslim Nobel Laureate", tetapi atas perintah hakim lokal, kata Muslim dihapus dan diganti "First Nobel Laureate".

Gambar 2 Makam Salam di Rabwah, Pakistan
sumber: wikipedia

Gambar 3 Nama Jalan di CERN Jenewa

Berbagai penghormatan diberikan kepada Salam, baik sebelum maupun tidak lama setelah meninggalnya. The Abdus Salam Award yang dikenal juga sebagai Salam Prize adalah penghargaan yang diberikan kepada ilmuwan yang tinggal di Pakistan dan memberi sumbangan dan capaian tinggi dalam sains alam. Gagasan *award* ini diusulkan pada 1979 oleh mantan mahasiswanya, Fayyazuddin, Riazzuddin, dan Asghar Qadir, dan disetujui serta didonasi oleh Salam dan direalisasi pertama kali pada 1984. Para nominator diseleksi oleh komite dari Centre for Advanced Mathematics and Physics. Abdus Salam Medal diberikan oleh The Third World Academy of Sciences di Trieste, Italia. Penghargaan ini diberikan kepada seseorang yang telah mengabdi pada pengembangan sains di negara sedang berkembang, dan pertama kali diberikan pada 1995.

Pada 1997, ilmuwan di ICTP memberi kehormatan kepada Salam dengan menambahkan nama Abdus Salam pada lembaga mereka dan menjadi The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics. Pada 1998, The Edward A. Bouchet-ICTP Institute diganti menjadi The Edward Bouchet Abdus Salam Institute. Di almamater Salam, yakni Government College University, Lahore, didirikan lembaga Abdus Salam National Centre for Mathematics, kemudian pada 1999 ditetapkan Salam Chair in Physics. Masih di Government College University, pada 2003 pemerintah Punjab mendirikan lembaga unggulan untuk sains matematik, yaitu Abdus Salam School of Mathematics.

Sang Utusan

Ahmed Hassan Zewail lahir pada 26 Februari 1946 di kota kecil Damanhouryang berada sekitar 60 km dari Alexandria, Mesir. Zewail merupakan satu-satunya anak laki-laki dari empat bersaudara. Mungkin karena faktor tersebut Zewail menjadi tumpuan harapan dan cita-cita keluarga. Harapan dan impian keluarganya adalah Zewail mendapat gelar tinggi di luar negeri dan kembali untuk menjadi guru besar di perguruan tinggi. Di pintu kamar belajarnya, ketika Zewail masih pelajar, terdapat tulisan, "Dr. Ahmed".

Selain orangtua, pamannya, Rizk, adalah orang yang istimewa di masa kecil Zewail. Dari pamannya, Zewail banyak belajar tentang analisis kritis, penghayatan musik, kearifan, dan belajar mandiri. Zewail sangat menyukai lagu-lagu dari penyanyi legendaris, Umi Kultsum, dan menjadi pengiring ketika ia belajar matematika, kimia, dan lainnya.

Zewail cenderung menyukai sains fisik, seperti matematika, mekanika, dan kimia, dibandingkan dengan ilmu-ilmu humaniora. Ia merasa kurang tertarik dengan sains sosial karena saat itu pengajaran dan materi ilmu sosial banyak ditekankan pada menghafal nama-nama dan subjek. Ia lebih suka pertanyaan mengapa dan bagaimana. Ia sangat bersemangat jika menghadapi dan menyelesaikan soal-soal sulit di dalam mekanika. Ia selalu ingin memahami dan mereproduksi suatu fenomena. Zewail merancang peralatan kecil di kamar tidurnya, tabung gelas dengan pembakar gas untuk melihat bagaimana kayu ditransformasi menjadi bahan cair dan gas. Rancangan yang sangat dikenangnya, bukan hanya bagi minatnya atas sains, tetapi juga bagi bahaya atas kebakaran rumahnya.

Setelah lulus SMA, Zewail mendaftar di universitas melalui Biro Pusat (Maktab Al-Tansiq) dengan menentukan bidang dan universitas. Zewail diterima di Alexandria University pada fakultas sains. Hasratnya yang dalam pada sains terungkap pada hari pertama ia datang ke kampus bersama pamannya. Zewail sangat terharu dan meneteskan air mata merasakan keagungan universitas dan kekhidmatan atmosfernya.

Nilai-nilai mata kuliah selama empat tahun juga mencerminkan hasrat istimewanya. Pada tahun pertama, ia mengambil empat mata kuliah: matematika, fisika, kimia, dan geologi, dan mendapat nilai sempurna. Demikian juga pada tahun kedua, ia mendapat nilai sangat tinggi dalam bidang kimia dan dipilih sebagai kelompok tujuh mahasiswa istimewa yang disebut *special chemistry*, suatu kelompok sains elite. Zewail lulus dengan penghargaan tertinggi "Distinction with First Class Honor" dan mendapat beasiswa.

Setelah lulus tahap sarjana muda, Zewail ditawari posisi di universitas sebagai demonstrator untuk menangani dan melanjutkan riset sampai gelar master dan Ph.D., dan mengajar tahap sarjana di Alexandria University. Dalam mengajar, Zewail cukup berhasil membantu para mahasiswa setelah profesor memberikan kuliah. Dengan pengalaman ini, ia menemukan ketertarikan dan kesenangan dalam menjelaskan sains dan fenomena alamiah dengan cara paling sederhana dan jelas. Pada usia 21 tahun, sebagai asisten, ia percaya bahwa di balik setiap fenomena universal pasti terdapat keindahan dan kesederhanaan dalam penggambarannya. Keyakinan yang dipercayainya sampai saat ini.

Untuk riset tahap masternya, Zewail menggunakan peralatan spektroskopi dan dia sangat senang dapat mengembangkan dan memahami bagaimana serta mengapa spektrum molekul-molekul tertentu berbahaya jika diberi larutan. Meskipun topik lama, peralatan yang ada di laboratoriumnya tergolong modern dan baru. Zewail belajar di bawah bimbingan Profesor Rafaat Issa dan Profesor Samir El-Ezaby serta ketua bidang inorganik, Profesor Tahany Salem. Setelah lulus master, sebenarnya Zewail ingin langsung melanjutkan program Ph.D. di tempat yang sama, tetapi Profesor El-Ezaby dan salah seorang dosennya, Dr. Yehia El-Thanthawy, yang alumni University of Pennsylvania, menyarankannya untuk melanjutkan studi ke luar negeri.

Zewail merasa berat karena belum punya kontak dengan luar negeri. Selain itu, pada 1967, Mesir baru selesai dari peperangan. Namun, Zewail akhirnya mengirim lamaran ke beberapa universitas di Amerika. Beberapa universitas termasuk University of Pennsylvania

menawarkan beasiswa kepadanya dan Zewail memutuskan untuk pergi ke Pennsylvania.

Zewail sangat terkesan pada kedatangan pertama kalinya di Amerika. Ia merasa bagai terdampar di lautan luas, lautan yang penuh dengan pengetahuan, kultur, dan kesempatan, dan pilihannya pun jelas, yaitu berenang mengarungi atau tenggelam. Kulturnya asing dan bahasanya sulit. Ia tidak dapat berbicara dan menulis dalam bahasa Inggris dengan lancar dan tidak tahu banyak tentang kultur Barat secara umum atau kultur Amerika secara khusus, tetapi harapan Zewail sangat tinggi.

Meskipun demikian, kehadiran Zewail sebagai orang asing di laboratoriumnya telah menimbulkan suasana baru. Atmosfer yang kondusif dan menantang membuat Zewail sangat antusias belajar dan meneliti di Laboratory for Research on the Structure of Matter. Perkuliahan juga sangat menyenangkan. Zewail mengambil beberapa mata kuliah fisika dari penerima Nobel, Bob Schrieffer, dan harus belajar serta bekerja keras siang dan malam. Apalagi dia juga harus mengerjakan beberapa tugas pada waktu yang bersamaan, seperti efek Stark dari molekul sederhana, efek Zeeman dari NO_2 dan benzena, deteksi optis dari resonansi magnetik, teknik resonansi ganda, dan lainnya.

Pada 1973, Zewail menyelesaikan tahap Ph.D. dan saat itu pula perang meletus di Timur Tengah. Sejak awal Zewail ingin pulang ke negerinya dan menjadi guru besar di perguruan tinggi, tetapi dia menyadari bahwa ketika kembali, keadaan akan berbeda sama sekali. Atmosfer ilmiah di negerinya sangat tidak mendukung untuk eksplorasi gagasan-gagasannya. Zewail pun mempertimbangkan untuk tinggal sedikit lebih lama di Amerika dengan dua alasan. *Pertama*, memperluas jaringan riset dengan bekerja di tempat berbeda. *Kedua*, dia perlu mengumpulkan pendapatan sehingga dapat membeli mobil Amerika yang besar sehingga penampilannya sebagai profesor baru di Alexandria University akan sangat mengesankan. Zewail pun melamar posisi *post-doctoral* di 5 tempat, yakni 3 di Amerika, 1 di Jerman, dan 1 di Belanda, yang kesemuanya dengan profesor yang terkenal. Kelimanya menerima lamarannya dan Zewail putuskan untuk ke Berkeley.

Awal 1974, Zewail pindah ke Berkeley dan untuk kedua kalinya ia mengalami gegar budaya (*shock culture*). Secara budaya, kepindahannya dari Philadelphia ke Berkeley mempunyai banyak kesamaan dengan kepindahannya dari Alexandria ke Philadelphia. Berkeley adalah dunia baru! Untuk pertama kalinya, Zewail melihat The Telegraph Avenue yang baginya sudah cukup sebagai indikasi perbedaan dari Philadelphia. Zewail juga bertemu dengan mahasiswa pascasarjana yang bahasa dan perilakunya tidak pernah dia lihat sebelumnya, baik di Alexandria maupun di Philadelphia. Namun, semua tantangan ini Zewail hadapi dengan mudah dengan pengalaman kultur dan ilmiahnya ketika di University of Pennsylvania.

Berkeley adalah tempat yang besar bagi sains, The BIG Science. Di laboratorium, misinya adalah memanfaatkan kemampuannya selama bekerja untuk Ph.D.-nya dalam spektroskopi bagi pasangan molekul dimer dan mengukur koherensinya dengan peralatan baru yang ada di Berkeley. Zewail segera menulis dua *paper* dengan Profesor Charles Harris, satu teoretis dan satu eksperimental. Publikasi ini segera diikuti oleh pekerjaan lain, yaitu perluasan konsep koherensi pada sistem multidimensional dan dipublikasi secara mandiri. Zewail bekerja dan publikasi lebih lanjut, termasuk dengan mahasiswa pasca.

Profesor Harris merasa bahwa Zewail akan mendapat posisi di salah satu universitas top Amerika. Dia pun menawarkan IBM Fellowship kepada Zewail. Tentu, Zewail gembira dengan hal ini, tetapi dia juga mengontak negerinya, Mesir, tentang kemungkinannya untuk pulang, juga mempertimbangkan American University di Beirut. Ketika semua sedang berlangsung, Profesor Harris memutuskan untuk membangun laser picosecond. Zewail terlibat dalam riset sulit dan *non-profitable* ini dan dia pun belajar banyak tentang prinsip-prinsip dan aspek fisis laser.

Dalam rentang waktu itu, banyak universitas top mengumumkan posisi baru dan Profesor Harris menyarankan Zewail untuk mendaftar. Zewail pun mendaftar dan mengunjungi banyak tempat untuk wawancara. Dia ditawari Assistant Professorship oleh banyak universitas, termasuk Harvard, Caltech, Chicago, Rice, dan Northwestern.

Zewail akhirnya masuk Caltech pada 1976, institusi prestisius tempat si genius kocak dan pemenang Nobel fisika, Richard Phillips Feynman, berada. Zewail bagai masuk keluarga baru, keluarga besar sains yang anggotanya berasal dari berbagai belahan Bumi dengan aneka latar belakang budaya, bahasa, dan kemampuan. Lingkungan sangat menggairahkan dengan banyak tantangan dan penuh optimisme. Sepanjang tahun, kelompok risetnya mempunyai hampir 150 mahasiswa pasca, *postdoctoral*, dan *visiting associates* yang kemudian menjadi akademisi andal dan menempati posisi kunci di pemerintahan maupun industri.

Maret 1989, Zewail menghadiri penyerahan King Faisal International Prize di Arab Saudi. Di sana ia bertemu Dema yang sedang menemani ayahnya menerima penghargaan yang sama, tetapi untuk bidang sastra. Keduanya bertunangan pada bulan Juli dan menikah pada September di tahun yang sama, 1989. Dema memperoleh Diploma Medis dari Damascus University dan Master Kesehatan Masyarakat dari University of California Los Angeles (UCLA). Dari pernikahan ini, mereka dikaruniai empat anak; Maha mahasiswi Ph.D. di University of Texas Austin, Amani mahasiswi di Berkeley, dan dua anak laki-laki yang masih kecil, Nabeel dan Hani.

Zewail mendapat anugerah hadiah Nobel bidang kimia pada 1999, dan menjadi ilmuwan Muslim kedua setelah Abdus Salam dari Pakistan dan orang Mesir ketiga yang mendapat penghargaan tertinggi ini setelah Anwar Sadat (1978) untuk perdamaian dan Naquib Mahfouz (1988) dalam bidang sastra. Zewail memelopori riset femtokimia, reaksi kimia yang berlangsung dalam femtodetik menggunakan teknik laser ultracepat, teknik yang memungkinkan mendeskripsikan reaksi dalam skala waktu sangat singkat, cukup singkat untuk menganalisis keadaan transisi di dalam reaksi kimia.

Pada saat berpidato di Universitas Kairo, 4 Juni 2009, Presiden AS, Barack Obama, mengumumkan program baru Duta Ilmu sebagai bagian dari babak baru hubungan antara Amerika Serikat dan Muslim di seluruh dunia. Pada Januari 2010, Ahmed Zewail bersama Elias

Zerhouni dan Bruce Alberts ditunjuk sebagai Duta Ilmu pertama AS untuk Dunia Islam dan akan mengunjungi negara-negara mayoritas Muslim dari Afrika Utara sampai Asia Tenggara.

Sebagai orang yang terkenal, Zewail pun tidak steril dari rumor, termasuk masalah politik. Suatu ketika, dia ditanya tentang kemungkinan dirinya mencalonkan diri dalam Pemilu Presidensial 2011, ia pun menjawab, "Saya ini orang yang jujur dan suka berterus terang, ... Saya tidak punya ambisi politik, sebagaimana telah saya tegaskan berulang-ulang bahwa saya hanya akan mengabdi pada Mesir melalui bidang sains dan mati sebagai ilmuwan."

Sang Ilmuwan Indonesia Tulen

Terry Mart lahir di Palembang pada 3 Maret 1965, merupakan anak ketiga dari enam bersaudara dengan dua kakak laki-laki dan tiga adik perempuan. Dari namanya, orang menduga Terry adalah bule atau peranakan, tetapi jika bertemu langsung dan melihat postur, wajah, penampilan, dan kulit; kita akan mengatakan tanpa ragu bahwa Terry adalah orang Indonesia asli. Tumbuh dari keluarga sederhana; sang ayah adalah guru SMAN, sementara sang ibu sebagai ibu rumah tangga. Meskipun demikian, ayah Terry sempat mengenyam pendidikan di Australia sehingga berpandangan cukup modern dan maju, suatu hal yang sangat langka saat itu. Pandangan maju sang ayah inilah yang diakuinya menjadi kunci keberhasilan Terry dan seluruh saudara kandungnya untuk berhasil mengenyam pendidikan tinggi.

Sesuai dengan lingkungan sekitarnya, pada masa kanak-kanak, Terry bercita-cita menjadi petani karena bercocok tanam sangat menyenangkan baginya. Menanam dan memelihara pohon dan bunga masih merupakan kegiatan yang dia lakukan hingga sekarang. Namun, cita-citanya berubah menjadi seorang pelukis, ketika di sekolah dasar dia diutus menjadi salah seorang peserta lomba melukis. Ketika SMP, perhatiannya terfokus pada elektronika, karena begitu takjub

dengan peralatan elektronik yang dapat memperkeras suara ataupun digunakan untuk melakukan komunikasi.

Terry pun ingin menjadi insinyur elektronika. Setiap hari, sepulang sekolah, Terry meng-*oprek-oprek* radio dan TV bekas yang dibelinya di pasar loak, membuat interkom antarrumah, peralatan pemancar radio, serta membantu tetangga-tetangga dalam urusan elektronik dan listrik. Di kampungnya, Terry mulai terkenal dengan berbagai alat elektronik ciptaannya. Karena penjelasan elektronika terdapat di pelajaran fisika, Terry pun mulai menyukai fisika.

Kesukaannya seperti mendapat saluran ketika sang ayah ditunjuk menjadi kepala perpustakaan sekolah, sehingga Terry dapat bebas berkeliaran, membaca, dan meminjam buku-buku, mulai dari buku fiksi hingga rangkaian elektronika. Selain buku-buku elektronika, Terry juga sempat membaca habis buku cerita Karl May, Mark Twain, maupun buku-buku sastra dari penulis Indonesia terkenal, seperti Marah Rusli dan Hamka.

Pada 1979, ketika Terry kelas 3 SMP, keluarganya hijrah ke Jakarta karena sang ayah dipindahtugaskan ke Jakarta. Kegiatan elektronikanya masih diteruskan hingga SMA. Cita-citanya pun tidak berubah. Namun, di samping itu, pelajaran matematika dan fisika mulai menarik perhatiannya. Karena fisika sangat menakutkan di kalangan teman-temannya, Terry semakin tertantang dan bersemangat untuk menaklukkan fisika dan menjadi kebanggaan jika dapat menyelesaikan soal-soal fisika dan matematika. Guru-gurunya pun mulai menaruh perhatian khusus kepada Terry. Salah seorang guru matematikanya menyediakan waktu antara pukul 6 hingga 7 pagi untuk menjawab pertanyaan matematikanya.

Pada semester akhir SMA, Terry menerima surat pemberitahuan yang ditandatangani Prof. Andi Hakim Nasution (Rektor IPB saat itu) bahwa dia diterima di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia (UI) melalui jalur tanpa tes pada 1983. Terry pun menjadi bimbang. Fisika memang disenanginya, tetapi menjadi insinyur elektro tentu akan sangat membanggakan. Untunglah sang ayah sangat bijak dan me-

nyarankan untuk menerima tawaran tersebut dan menjalani kuliah di jurusan fisika selama satu tahun. Setelah itu, baru memutuskan untuk lanjut atau tidak. Terry pun menerima saran sang ayah dan jadilah Terry mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UI pada 1983.

Satu semester ternyata cukup untuk membuat Terry jatuh cinta pada fisika. Cita-citanya untuk menjadi insinyur elektro terkubur oleh keindahan formulasi fisika yang menggambarkan gerak benda secara elegan, terstruktur, dan "*well founded*". Di awal-awal kuliah, Terry mulai melihat betapa penting dan indah matematika dalam fisika, dan yang membuatnya takjub adalah betapa pandainya para fisikawan memanfaatkan pengetahuan matematika untuk menjelaskan fenomena alam.

Terry masih ingat bahwa mayoritas teman kuliahnya saat itu memilih peminatan geofisika dan instrumentasi (elektronika) fisika. Namun, Terry tak bergeming dari fisika murni meski instrumentasi fisika dapat menyalurkan hobinya terdahulu. Meski sangat menyukai kuliah-kuliah fisika, Terry mengaku belum mengerti apa itu dan apa gunanya riset fisika. Ketika kuliah selesai dan memasuki tahap skripsi, Terry mulai berkenalan dengan fisika partikel elementer di bawah bimbingan mendiang Prof. Darmadi Kusno. Terry kembali terpukau dengan formulasi fisika, tepatnya formulasi kovarian yang didasarkan pada mekanika relativistik dan mekanika kuantum, yang diperlukan pada penelitian tersebut. Tugas Terry saat itu adalah menghitung formulasi reaksi fotoproduksi kaon serta membuat program Fortran untuk membandingkan hasil numeriknya dengan data eksperimen. Terry pun sangat menikmati tugasnya.

Pada 1988, Terry lulus dari Jurusan Fisika UI dengan predikat *cum laude* dan untuk pertama kalinya menghadiri Simposium Fisika Nasional di Yogyakarta. Inilah kesempatan pertamanya berkenalan dengan para pakar fisika partikel dan nuklir Indonesia saat itu, seperti Prof. Muslim (alm.), Prof. Pantur Silaban, Dr. Hans Wospakrik (alm.). Terry pun melihat suasana yang menarik dan menyenangkan, diskusi dan perdebatan sengit yang terjadi antar-ahli. Diskusi untuk mencari kebenaran dari model yang dicoba, diajukan untuk menggambarkan proses atau feno-

mena alam elementer. Terry pun segera menyadari bahwa itulah dunianya.

Pada 1990, Terry mengikuti ujian pegawai negeri untuk menjadi dosen di UI dan tahun berikutnya berangkat ke Jerman untuk meneruskan kuliah di bidang fisika nuklir-partikel. Terry diterima kuliah di Universitaet Mainz dengan syarat harus menempuh program diploma terlebih dahulu yang berarti berbagai kuliah dan praktikum harus dilaluinya sebelum akhirnya masuk ke program doktor.

Berkenalan dengan budaya Barat membuat wawasannya bertambah luas. Di Jerman serta negara-negara Barat lain, dia melihat betapa seorang profesor tidak dihormati dari sisi tampilan atau jabatannya, tetapi lebih dari sisi prestasinya. Keadaan yang berbeda dengan keadaan di negerinya, baik dulu ketika dirinya mahasiswa maupun sekarang ketika telah menjadi *leading scientist*. Para profesor dan pejabat suka sekali jaga *image* meski tanpa karya dan prestasi, sedangkan birokrasinya membuat frustrasi.

Terry menyelesaikan kuliah diploma dalam satu tahun dan diizinkan untuk tidak membuat *Diplomarbeit* karena skripsinya di Indonesia dianggap setara dengan *Diplomarbeit*. Dia menjalani program doktor di bawah bimbingan utama Prof. Dieter Drechsel yang merupakan pimpinan grup fisika nuklir teori di Universitaet Mainz. Pembimbing keduanya adalah Prof. Cornelius Bennhold, orang Jerman yang juga sedang mendapat posisi profesor di The George Washington University, Washington D.C., Amerika.

Prof. Bennhold relatif masih muda, sekitar lima tahun lebih tua dari Terry, sehingga cukup progresif dan berani berspekulasi, dan sifat ini banyak memengaruhi cara berpikir Terry. Suatu waktu, ketika menyajikan makalah dalam sebuah konferensi di Eropa, Terry dihujani pertanyaan yang menurutnya tidak bermutu dan cenderung menyalahkan hasil penelitiannya. Emosi Terry pun mulai naik, tetapi Prof. Bennhold menenangkannya seraya meminta Terry mendengarkan dengan hati-hati komentar orang tersebut. Prof. Bennhold selanjutnya

menunjukkan bahwa komentar tersebut ternyata benar. Terry pun baru mengerti bagaimana harus bersifat terbuka terhadap kritik.

Selama masa studi S3, Terry juga diperkenalkan kepada kolega-kolega Prof. Bennhold dari mancanegara yang juga bergerak di bidang yang sama. Menurutnya, jika bukan seorang yang luar biasa genius seperti Einstein, untuk tetap *survive* di bidang ini, kita harus membina hubungan baik dengan para fisikawan sebidang, karena merekalah yang akan menentukan nasib kita selama kita berkarier di bidang tersebut.

Selama mengerjakan riset program doktor, setiap musim panas Terry terbang dari dan ke Washington D.C. dan menghabiskan waktu beberapa bulan di sana untuk mendiskusikan hasil penelitiannya dengan Prof. Bennhold ataupun para eksperimentalis dari Jefferson Lab, Virginia. Obsesi Terry untuk menulis sebuah *paper* baru tercapai pada Maret 1995, ketika hasil temuannya diterbitkan pada Bagian Rapid Communication di Physical Review C. Hampir semalaman Terry tidak dapat tidur memandangi *paper* tersebut dengan rasa takjub dan *paper* ini membantunya untuk mendapatkan *feeling* sebagai fisikawan sejati.

Pada Juli 1996, Terry Mart menyelesaikan ujian doktornya (Mündliche Prüfung) dan lulus dari Institut für Kernphysik, Universitaet Mainz, dengan predikat *cum laude*. Karena beasiswanya sudah habis sejak awal 1996, Terry bekerja sebagai asisten peneliti di institut tersebut untuk membiayai kehidupannya. Akhir 1996, Terry pulang ke Indonesia. Namun, pada pertengahan 1997, dia berangkat lagi ke Washington D.C. untuk melanjutkan riset *postdoctoral*. Sejak itu, dimulailah petualangannya sebagai fisikawan nomaden, berpindah-pindah dari satu institusi ke institusi lain.

Pada 1999, untuk pertama kalinya Terry berkolaborasi dengan Prof. Kazuya Miyagawa dari Okayama University of Science. Dari Washington D.C., Terry terbang ke Okayama, sekitar 100 km ke arah utara dari Hiroshima, disambut oleh Prof. Miyagawa dan Prof. Walter Gloeckle dari Bochum, Jerman, yang kebetulan juga bertandang ke Okayama. Mereka mendiskusikan prospek penelitian produksi kaon pada deuteron. Miyagawa dan Gloeckle adalah ahli dalam *few-body*

systems dan telah melakukan banyak penelitian di bidang deuteron, triton, dan Helium-3. Sejak itu Terry sering bertandang ke Okayama. Sekitar sepuluh profesor di universitas tersebut berhasil mendapatkan dana penelitian kolektif yang cukup besar. Karena salah satu riset yang diajukan adalah produksi kaon pada deuteron, dan Terry tercatat resmi di Okayama sebagai kolaborator luar negeri yang diberi kesempatan dan *support* untuk datang ke Okayama kapan pun dia mau. Hasil riset mereka ternyata menarik perhatian para peneliti eksperimen di Tohoku University, jadilah mereka berkolaborasi dengan para peneliti di sana.

Jepang sangat mengesankan Terry Mart. Menurutnya, Jepang sangat berbeda dengan Jerman dan Amerika. Orang Jepang terlihat sangat serius dan perfeksionis dalam menangani segala sesuatu. Kerja keras orang Jepang merupakan satu hal yang patut diacungi jempol. Terry pun masih ingat ketika Prof. Miyagawa menunggu program Fortran yang dibuat Terry sampai pukul 9 malam. Prof. Miyagawa berdiri sigap di belakang Terry sambil melihat dan mencari kesalahan-kesalahan pada program tersebut.

Karena jumlah kolaborasi cukup banyak, baik eksperimen maupun teori, jumlah publikasi riset Terry pun menanjak tajam.

Pada 2000, Terry menemukan pendamping hidupnya, Yulia Lestari, dan memutuskan untuk menikah serta menekuni profesi sebagai staf pengajar permanen di Jurusan Fisika UI. Terry sempat berpikir untuk mengurangi aktivitas risetnya, mengingat kegiatan ini hampir bisa dipastikan tidak menghasilkan uang yang cukup untuk membeli sebuah rumah. Namun, pada 2000, *paper*-nya yang muncul di Physical Review C mendapat perhatian khalayak fisika nuklir partikel, karena Terry dan Prof. Bennhold mengklaim melihat sebuah partikel resonansi yang hilang dari catatan Particle Data Book.

Motivasi Terry pun kembali naik, tapi juga langsung menurun karena tidak berhasil mendapatkan dana riset dari pemerintah. Terry sangat kecewa karena proposal yang dia ajukan ditolak dengan alasan tidak fokus dan sia-sia. Alasan yang membingungkan dan tidak dimengerti Terry. Pada tahun yang sama, mantan pembimbing yang

sekaligus satu-satunya kolega Terry di bidang fisika nuklir teori di UI saat itu, Prof. Darmadi Kusno, wafat. Tinggallah Terry sendirian di jurusan fisika, menangani seluruh kuliah fisika teori di progam S1 dan S2, serta mewarisi beberapa mahasiswa bimbingan beliau. Saat itu, ada beberapa staf yang sudah berangkat studi ke Jerman, tetapi mereka belum dapat kembali karena belum selesai. Terry pun merasa mulai direpotkan oleh tugas-tugas non-penelitian dan membuatnya kecewa.

Pada pertengahan 2001, Terry berangkat kembali ke Washington D.C. tanpa mengajak istri karena alasan dana. Di Washington, dia kembali menekuni riset selama tiga bulan. Saat di sana, Terry diberi informasi oleh staf UI bahwa dirinya dianugerahi Habibie Award untuk kontribusi di bidang ilmu dasar. Inilah yang kembali mendorongnya untuk lebih tekun dalam penelitian fisika nuklir dan partikel. Sejak saat itu pula, Terry menerima banyak undangan kolaborasi riset dan konferensi dengan tiket pesawat dan akomodasi disediakan pengundang. Kasus WTC yang menimpa Amerika pada 2001 membuatnya sulit untuk bertandang ke sana. Terry pun mulai berkolaborasi riset di Asia dan Eropa, bahkan Afrika (Selatan).

Pada 2000-an awal, publikasi jurnal internasional Terry telah mencapai lebih dari 20. Menurut Terry, apa yang telah dia lakukan di bidang riset fisika nuklir dan partikel hanyalah standar rata-rata yang dikerjakan oleh seorang profesor di negara maju. Namun, mungkin untuk ukuran negara berkembang seperti Indonesia, capaian tersebut dianggap mengagumkan. Meski demikian, Terry sudah menunjukkan bahwa riset yang selama ini tidak dianggap prospektif di Indonesia dapat dilakukan tanpa kendala berarti. Riset lain yang lebih prospektif tentulah lebih mudah untuk dilaksanakan, karena mendapat dukungan dana yang cukup dari pemerintah. Terry teringat wawancara Prof. Tjia May On dari ITB yang dimuat di harian *Kompas* pada awal 2000-an. Beliau mulanya adalah seorang fisikawan partikel teori, tetapi beralih ke bidang fisika material karena melihat tidak ada prospek penelitian di fisika teori. "*You have to be unusual*," katanya, untuk tetap *survive* di

bidang ini. Tantangan Prof. Tjia semakin meneguhkan keyakinan Terry di bidang fisika nuklir-partikel.

Dalam pandangan Terry, hal yang paling mahal di dunia riset dan bidang kehidupan lain adalah ide atau kreativitas. Malangnya, dalam hal ini bangsa kita tidak berkutik sama sekali. Terry sempat beberapa kali kecewa dan galau, dan terekspresi dalam beberapa tulisan atau artikel di media nasional *Kompas*. Salah satunya adalah artikel dengan judul "Sulitnya Penelitian Dasar di Indonesia", dan mendapat banyak perhatian serta menjadi polemik di kalangan fisikawan, salah satunya artikel tanggapan yang ditulis oleh Dr. Agus Purwanto dengan judul, "PSK, Siapa Peduli?".

Sampai 2011 ini, Terry telah memublikasi sekitar 100 *paper* di jurnal dan prosiding internasional. Meskipun demikian, prestasi ini tidak serta-merta membuatnya telah menyandang gelar tertinggi dunia akademik, guru besar atau profesor. Terry belum menjadi guru besar meski banyak mereka yang hanya publikasi satu-dua bahkan tidak punya satu pun publikasi di jurnal internasional telah menyandang gelar profesor. Terry yang telah dikarunia dua putri, Nadhifa Zahira Ramadhani Mart dan Adelita Aprilia Putri Mart, menerima keadaannya dan tidak lagi kecewa. Ia sadar bahwa dirinya berada di lahan yang banyak mengalami pembusukan ilmiah. Untuk bertahan sebagai ilmuwan di tempat dan keadaan seperti ini, seseorang harus militan, demikian tulisnya di *Kompas*.

Menurutnya, banyak sekali yang harus dibenahi di negeri ini. Belajar dari filosofi gurunya, Prof. Bennhold, dia pun berusaha tetap optimis untuk sukses di masa depan. Beberapa kata kunci yang diterapkan dalam kehidupannya adalah kreativitas, kerja keras, dan efektivitas, serta hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi berkata, "Tidak ada sukses yang dapat dicapai dengan kemalasan!"

Terry telah menjadi *visiting researcher* di Jepang, Jerman, Amerika, Korea, dan Afrika Selatan lebih dari 20 kali, dan menghadiri konferensi internasional sekitar 40 kali. Beberapa penghargaan pernah diterimanya, yaitu Habibie Award (2001), Leading Scientist (2008) dari Comstech

(Komite Teknologi Organisasi Konferensi Islam), Anugerah Kekayaan Intelektual Luar Biasa (2009) dari Kemdiknas, Excellent Scientist (2009) dari ASEAN-EU Network, dan Ganesha Widya Jasa Adiutama (2009) dari ITB. Terry juga menjadi anggota Majelis Penelitian, Dewan Pendidikan Tinggi, Dirjen Dikti, dan anggota tim ahli Badan Standar Nasional Pendidikan.

Ketika buku Hawking terbaru, *The Grand Design,* terbit pada 2010, publik sempat geger karena Hawking seolah menolak peran dan eksistensi Tuhan. Terry Mart punya pandangan menarik tentang fenomena seperti ini. Menurutnya, penyebab banyak ilmuwan menjadi ateis adalah mekanisme sains yang reduksionis dan mengharuskan penjelasan penciptaan alam semesta melalui proses-proses ilmiah yang dapat diterangkan dengan logika. Begitulah mekanisme di dalam sains. Namun, menurutnya, sains tidak dapat menolak keberadaan Tuhan. Banyak contohnya, sebut saja teori The Big Bang, teori penciptaan alam semesta yang dianut para kosmolog hingga saat ini. Meskipun teori ini dapat menjelaskan proses-proses penciptaan materi hingga ke galaksi, tetapi teori The Big Bang tidak dapat menjelaskan mengapa harus terjadi Big Bang. Malangnya lagi, pada waktu penciptaan (t = 0 detik) terjadi singularitas, di mana kerapatan massa dan temperatur bernilai tak terhingga. Sepengetahuannya, untuk urusan nilai tak terhingga, para matematikawan angkat tangan, dan konsekuensinya, para fisikawan akan angkat kaki dari situ karena bahasa fisika adalah matematika. Jadi, dengan menggunakan pengetahuan tercanggih yang dimiliki oleh umat manusia saat ini, pencarian penyebab penciptaan Big Bang (t sebelum 0 detik) pastilah sia-sia. Lalu, bagaimana solusinya? Solusi yang paling tepat untuk menjelaskan ini adalah Tuhan berbicara melalui hukum-hukum alam atau sunnatullah yang Ia ciptakan. Terlalu naif bagi-Nya untuk turun langsung mengurusi masalah ini. Tugas manusia adalah berusaha mengerti firman-Nya melalui hukum-hukum alam yang teramati.

Sang Ilmuwan Ultranasionalis

Mikrajuddin lahir pada 1968 di kota kecil Dompu, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (NTB). Pendidikan SD dan SMP dijalani di kota kelahirannya dengan selalu menyandang peringkat atau rangking satu di sekolah. Saat Mikra, demikian panggilan akrab Mikrajuddin, duduk di bangku SMP, timbul impian untuk dapat bekerja dan membuat pesawat terbang di Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN) Bandung. Maklum, pada masa itu Indonesia sedang "demam Habibie" dengan pesawat *made in* Indonesia CN235, dan beberapa tahun kemudian disusul dengan pesawat jet N250. Untuk mengejar mimpi tersebut, tidak ada pilihan lain, kecuali harus kuliah di Institut Teknologi Bandung (ITB), demikian pikirnya.

Mikra remaja berpikir keras. Menurutnya, Dompu hanyalah kota kecil dengan tingkat pendidikan yang secara umum masih jauh di belakang kota-kota besar di Indonesia. Jika lulus SMP melanjutkan SMA di Dompu, hampir mustahil untuk dapat bersaing masuk ITB. Sampai saat ini, belum pernah ada siswa dari SMA di Dompu yang diterima menjadi mahasiswa di ITB. Mempertimbangkan kenyataan ini, Mikra merasa harus mencari SMA yang memiliki standar pendidikan di atas SMA di Dompu.

Pilihan yang paling realistis dan paling mungkin adalah mendaftar di SMAN 1 Mataram yang merupakan SMA terbaik di Nusa Tenggara Barat. Walaupun sangat jarang dan tidak setiap tahun ada siswa dari SMA ini yang diterima di ITB, setidaknya membuka peluang lebih besar untuk bisa diterima di ITB. Secara umum memang masih sangat sulit bagi siswa-siswi SMA di NTB untuk menembus perguruan tinggi terkenal di Indonesia. Akhirnya, dengan izin orangtua, Mikra memutuskan untuk merantau ke Mataram setelah lulus SMPN 1 Dompu.

Pada 1984, Mikra berhasil lulus tes masuk SMAN 1 Mataram. Di sekolah ini berkumpul siswa-siswi terbaik dari SMP di NTB. Kendala awal yang dihadapi Mikra di sekolah barunya adalah bahasa Indonesia! Maklum, hingga lulus SMP, kemampuan bahasa Indonesia-nya masih pas-pasan karena ketika SD dan SMP di Dompu, Mikra lebih banyak

berbicara dalam bahasa Bima. Mikra sangat malu berbicara dengan bahasa Indonesia karena tidak terlalu lancar. Salah satu hal yang menakutkan selama di SMP adalah bertemu dengan guru yang berasal dari Jawa karena mau tidak mau harus berbicara dalam bahasa Indonesia, sungguh sangat berat. Kalaupun bertemu, terpaksa menjadi pendiam dan irit bicara, dan kata yang keluar biasanya hanya "ya" dan "tidak". Bukan hanya dengan guru, jika bicara dengan siapa pun dalam bahasa Indonesia, Mikra ingin cepat-cepat selesai agar "segera selamat".

Misi utama Mikra meninggalkan Dompu dan bersekolah di SMAN 1 Mataram adalah membuka peluang tembus ITB. Kesempatan telah diperoleh, agar peluang ke ITB benar-benar terbuka, maka tidak ada pilihan lain, kecuali harus menonjol di SMA. Itu berarti harus dapat mengungguli teman-temannya yang merupakan siswa-siswi dari SMP terbaik di NTB. Caranya adalah belajar jauh lebih giat dari teman-temannya tersebut. Tekad dan cita-cita itulah yang membuat Mikra menjadi kutu buku ketika SMA. Tidak ada yang namanya bermain apalagi pacaran. Mikra menjadi *kuper*, bahkan sampai lulus ITB, penulis sebagai seniornya di ITB pernah berusaha membantu mencarikan pasangan. Mikra benar-benar larut dalam tumpukan buku, yang dihadapi hanya buku dan buku. Saat jam istirahat di sekolah, ketika teman-temannya berbondong ke kantin atau bermain di luar kelas, Mikra membaca sendiri di kelas atau di perpustakaan sekolah. Majalah yang paling disukai waktu itu adalah majalah *Aku Tahu*.

Ketika SMA, Mikra mulai kenal dengan sosok ahli fisika termasyhur, Albert Einstein. Dari buku-buku yang dibacanya maupun cerita mulut ke mulut, khususnya tentang bom atom dan rumus $E = mc^2$, Mikra membayangkan betapa luar biasa eyang Einstein ini. Gambar besar Einstein yang sedang menjulurkan lidah pun ditempel di dinding kamar. "Betapa hebatnya jika bisa menjadi orang seperti ini, menemukan teori fisika terkenal dan menerima hadiah Nobel. Menjadi orang Indonesia pertama sekaligus orang Asia Tenggara pertama yang mendapatkan Nobel tentu merupakan prestasi yang mencengangkan," demikian

lamunan Mikra. Sejak saat itu ketertarikannya pada fisika mulai tumbuh bersemi.

Di dekat rumah kontrakannya di Mataram terdapat Perpustakaan Provinsi NTB. Mikra pun mendaftar menjadi anggota dan hampir setiap hari, sepulang dari sekolah, mengunjungi perpustakaan tersebut untuk membaca buku-buku fisika tingkat perguruan tinggi. Walaupun masih kelas 1 SMA, buku-buku fisika kuantum dan teori relativitas sudah dibaca. Buku kalkulus dari Louis Leithold yang menjadi buku pegangan kuliah matematika tahun pertama di ITB sudah dipelajari seluruhnya ketika masih kelas 1 SMA. Selain itu, Mikra juga telah mulai mempelajari buku *Teori Grup* tulisan Dr. Pantur Silaban, dosen fisika teori di ITB.

Usaha Mikra tidak sia-sia, belajar kerasnya membuahkan hasil. Mikra dapat menduduki rangking atas di kelas. Bahkan mata pelajaran fisika, kimia, dan matematika selalu tertinggi untuk seluruh kelas. Mata pelajaran yang kurang menonjol adalah bahasa Inggris dan Indonesia, karena memang modal bahasa Indonesia yang dibawa dari Dompu sangat minim. Nilai rumpun mata pelajaran IPA yang selalu tinggi bahkan tertinggi serta konsistensi nilai rapor yang selalu naik. Pada 1987, Mikra diterima di Jurusan Fisika ITB melalui jalur Penelusuran Minat dan Kemampuan (PMDK).

Mikra dan siswa-siswi NTB yang diterima melalui jalur PMDK diberi sertifikat oleh Kantor Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi di Mataram dan diterima langsung oleh orangtua. Saat itu, Mikra menjadi satu-satunya siswa dari NTB yang diterima PMDK di ITB dan sekaligus satu-satunya siswa NTB yang tembus ITB. Mikra bangga sekaligus sedih. Betapa tidak, dari 27 provinsi, tersaring 1.200 mahasiswa baru di perguruan tinggi terbaik Indonesia, ITB, dan hanya dirinya yang berasal dari NTB.

Pada 1987, Mikra mulai kuliah di perguruan tinggi yang diimpikannya sejak SD dan masuk fisika sesuai lamunannya ketika SMA. Senang, bangga, sekaligus keder. Betapa tidak, dari 70 mahasiswa baru Jurusan Fisika ITB, 33 di antaranya lulus via jalur PMDK. Mereka adalah jawara-jawara di sekolahnya, bahkan ada yang pelajar teladan tingkat

provinsi di Indonesia. Maka, sekali lagi, tidak ada pilihan lain, kecuali belajar lebih giat lagi dibandingkan dengan saat di SMA. Usahanya tidak sia-sia, Mikra menjadi mahasiswa menonjol di angkatannya. Mikra pun menjadi mentor beberapa teman mahasiswa yang kurang cepat mengikuti perkuliahan.

Lulus Tahap Persiapan Bersama (TPB, satu tahun pertama), Mikra terpilih sebagai asisten mata kuliah Fisika Dasar bersama rekan-rekan terbaik di setiap jurusan. Menjadi asisten mencerminkan prestasi dan merupakan kebanggaan. Orangtua atau wali para asisten dikirimi surat pemberitahuan tentang penetapan sebagai asisten tersebut. *Dus*, bukan hanya si mahasiswa yang bangga, tetapi juga orangtua atau wali. Bukan hanya menjadi asisten, ketika tingkat dua, Mikra telah menulis diktat pembahasan soal untuk mahasiswa tingkat TPB. Nama Mikra pun mulai berkibar. Ketika tahun ketiga, Mikra menulis pembahasan soal untuk mahasiswa Fisika tahun kedua.

Mikra mulai menghadapi masalah klasik, biaya hidup di Bandung. Orangtua menitipkan empat adik Mikra untuk bersekolah dan kuliah di Bandung sekaligus memintanya untuk membantu sebagian biaya hidup mereka. Konsentrasi Mikra mulai terpecah. Mikra pun mengajar di bimbingan belajar dan memberi privat pelajaran Fisika kepada siswa-siswi SMP dan SMA. Prestasi kuliah pun tidak secemerlang sebelumnya. Di samping itu, karena sangat tertarik dengan fisika teori, beberapa mata kuliah yang tidak berkaitan dengan fisika teori agak diabaikan sehingga nilai yang diperoleh juga kurang memuaskan. Akibatnya, Mikra menyelesaikan kuliah dalam waktu 5 tahun dengan prestasi standar, sementara teman sekelasnya ada yang lulus dalam 4 tahun.

Setelah lulus program sarjana, Mikra melamar menjadi dosen Jurusan Fisika ITB atas saran dan dukungan Prof. Tjia May On, pembimbing tugas akhirnya. Sambil memproses lamaran menjadi dosen, Mikra juga mendaftar program Pascasarjana Fisika ITB dengan beasiswa dari ITB dan BPPS. Pada 1993, ia mulai kuliah tahap S2 dan pada 1994 resmi sebagai PNS, dosen Jurusan Fisika ITB. Prestasi selama S2 juga biasa-biasa karena selain harus *nyambi* mencari tambahan untuk keempat

adiknya, Mikra juga telah berkeluarga. Program magister ia selesaikan dalam waktu 5 semester dari waktu normal 4 semester. Beberapa mahasiswa S2 yang luar biasa bahkan dapat menyelesaikan S2 dalam waktu satu setengah tahun.

Sejak 1993, Mikra sebenarnya juga melamar studi lanjut di luar negeri, seperti Australia, Inggris, dan Jepang. Bagaimanapun, kuliah di luar negeri jauh lebih wah dibandingkan dengan kuliah di dalam negeri. Sayangnya, 5 kali melamar, 5 kali gagal. Baru lamaran keenam yang berhasil, program Monbusho G to G (Government to Government) Jepang pada 1997. Mikra diterima di Jurusan Teknik Kimia Hiroshima University. Entah bagaimana ceritanya Mikra sampai terdampar pada jurusan tersebut. Mungkin mulai *ngawur* karena telah lima kali mendaftar dan semuanya ditolak sehingga akhirnya melamar jurusan apa saja yang ditawarkan. Bidang yang kelihatannya sangat jauh dari fisika yang selama ini digeluti.

Ada sedikit waswas dalam hatinya, apakah bisa menjalani program doktor di bidang yang baru tersebut. April 1998, ia berangkat ke Hiroshima, belajar bahasa Jepang lagi selama enam bulan, yaitu April-September 1998, dan menjadi *research student* selama enam bulan berikutnya. Pertama kali bertemu calon supervisor, Prof. Kikuo Okuyama, dijelaskan bahwa untuk dapat lulus sebagai doktor harus menghasilkan dua *paper* di jurnal ilmiah internasional.

Mungkinkah menulis artikel di jurnal ilmiah internasional dalam waktu tiga tahun untuk bidang yang belum dikenalnya? Demikian pertanyaan dalam hatinya. Di sini Mikra mulai memperlihatkan jati diri yang sesungguhnya. Ia merasa harus bersyukur dengan keadaannya, apa pun itu. Kehadirannya di Hiroshima telah melalui tahapan yang tidak mudah, telah didahului dengan lima kegagalan. Sekarang, tidak boleh mundur dan tidak ada kata mundur. Shalahuddin Al-Ayyubi melihat pasukannya keder ketika menyaksikan jumlah pasukan musuh yang banyak. Al-Ayyubi pun membakar kapal-kapal pasukannya. Di antara kebingungan pasukannya, Al-Ayyubi berkata lantang, "Sekarang, hanya ada dua pilihan, mundur dan mati konyol tenggelam atau maju;

dan jika mati, akan syahid atau menang." Semangat para pasukan pun kembali berkobar, kemudian bertempur dan menang. Barangkali itulah semangat yang ada dalam hati putra Dompu tersebut.

Saat itu, Mikra menjadi orang pertama yang masuk bidang itu dari latar belakang ilmu yang berbeda. Beberapa bulan kemudian, Mikra mulai sadar bahwa dengan ilmu fisika yang dimilikinya, dia merasa harus dapat menemukan terobosan baru dalam bidang barunya ini. Teknik kimia lebih banyak bergelut dengan percobaan, sedangkan fisika dengan teori. Orang fisika unggul di sisi teori. Nah, itu peluang. Menerapkan ilmu fisika untuk menjelaskan pengamatan-pengamatan di bidang teknik yang belum ada dasar teori yang kuat. Ini yang dilakukan di tahun-tahun awal dan terbukti benar.

Resmi menjadi mahasiswa doktor pada April 1999, dan pada akhir 1999, tiga artikel yang di-*submit* ketika berstatus *research student* dinyatakan diterima di jurnal internasional. Jika mengacu persyaratan publikasi, berarti Mikra telah dapat mengikuti ujian doktor setelah mengikuti program hanya dalam satu semester. Hasil ini membuatnya makin percaya diri dan bersemangat. Mikra kemudian menjadi mesin *paper* dan membuat supervisornya terkagum-kagum.

Suatu ketika, Prof. Okuyama bercerita tentang obsesi barunya kepada para mahasiswa dan sejawatnya yang dua di antaranya dari Indonesia, Sumarno dari Teknik Kimia ITS dan Dr. Wuled Anggoro, asisten profesor di situ. Obsesi Prof. Okuyama adalah publikasi di majalah ilmiah nomor satu, *Nature*. Kontan para sejawat terkejut, mengingat Prof. Okuyama yang sangat pragmatis tiba-tiba berbicara ambisi idealis. Ketika ditanya bagaimana realisasinya, Prof. Okuyama pun menjawab singkat, "Mumpung ada Tuan Mikra."

Pada tahun pertama program doktornya, Mikra sempat ke Department of Chemical Engineering and Material Science, University of California, Irvine, Amerika Serikat, atas undangan Prof. Frank G. Shi yang pernah berkunjung ke lab dan berkolaborasi dengan Prof. Okuyama. Sejak itu terjadi perebutan pengaruh dari kedua profesor tersebut kepada Mikra, keduanya menawarkan *postdoctoral* di labnya jika Mikra selesai

program doktor. Ada pengalaman menarik ketika Mikra di Amerika Serikat. Waktu itu, sebagai seniornya, via *e-mail* penulis pernah dimintai pendapat atas masalah yang dihadapinya, masalah kehalalan makanan. Mikra berasal dari keluarga yang taat dan fanatik beragama. Kehalalan baginya merupakan harga mati. Lebih baik kelaparan daripada makan yang tidak jelas kehalalannya. Akibatnya, dari Hiroshima, Mikra membawa banyak sekali mi instan.

Mikra menghabiskan jatah tiga tahun beasiswa Monbusho dan menyelesaikan program doktornya dengan 15 *paper* atau makalah di jurnal ilmiah internasional dan 11 makalah konferensi ilmiah. Suatu rekor yang belum pernah terjadi sebelumnya. Mikra melanjutkan tinggal di Hiroshima dengan menempuh program *postdoctoral* selama dua tahun di laboratorium Prof. Okuyama atas biaya Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Jepang. Selama *postdoctoral,* Mikra menulis 16 publikasi di jurnal ilmiah internasional dan dua bab tulisan di ensiklopedia internasional.

Mikra kembali ke Indonesia, tepatnya ke ITB, pada 2004, dan mengembangkan riset sendiri dengan membangun Laboratorium Sintesis dan Fungsionalisasi Nanomaterial. Obsesi awalnya adalah mematahkan anggapan sulit bahkan tidak mungkin publikasi di jurnal internasional dari dalam negeri. Dari laboratoriumnya, Mikra telah menghasilkan belasan artikel ilmiah di jurnal internasional.

Mikrajuddin dapat dipandang sebagai sosok yang ultranasionalis. Kebanggaan dan harga diri sebagai bangsa Indonesia sangat luar biasa. Ia tidak mau merasa lebih rendah dari orang asing dan tidak terlalu ingin membangun kolaborasi riset dengan orang asing sampai pihak asing memandang kita dalam posisi yang benar-benar sejajar dan sama-sama membutuhkan. Bukan seperti kebanyakan kolaborasi yang ada, di mana kita lebih banyak dalam posisi pelengkap dan tidak benar-benar sederajat. Kita lebih sering dijadikan alat untuk mempermudah urusan mereka di Indonesia.

Sebagai ilmuwan, Mikra tergolong unik. Topik riset yang dikembangkan Mikra tidak terpengaruh oleh riset yang dilakukan peneliti di

luar negeri. Ia tampak meresapi filosofi riset promotornya di Hiroshima University, Prof. Okuyama. “Risetlah apa saja yang dapat dilakukan dan belum dilakukan orang serta bermanfaat untuk menjawab persoalan bangsa sendiri,” demikian pesan atau cerita Prof. Okuyama yang dikenang Mikra. Menurutnya, topik riset yang dikembangkan di luar negeri, meskipun sangat menantang dan menarik, belum tentu berguna bagi bangsa kita. Topik riset tersebut bermanfaat bagi bangsa maju, tetapi mungkin tidak bagi bangsa kita karena perbedaan masalah yang dihadapi.

Nama Mikrajuddin dapat ditemui dengan mudah di toko-toko buku. Maklum, selain melakukan riset, Mikrajuddin juga aktif menulis buku maupun diktat. Buku-buku pelajaran sains dan fisika untuk SD, SMP, SMA, dan perguruan tinggi, serta buku untuk para peneliti telah ditulisnya. Sampai pertengahan 2011, telah 34 buku yang diterbitkan secara nasional, dan 12 diktat kuliah dan pelatihan. Jumlah yang cukup fantastis ini ternyata menurutnya masih belum seberapa. Obsesinya, menulis 100 buku hingga akhir karier sebagai dosen di ITB.

Mikrajuddin telah menulis 50 publikasi di jurnal ilmiah internasional. Jika ditambah dengan artikel di konferensi internasional, jurnal ilmiah nasional, dan seminar nasional, total artikelnya sudah lebih dari 200. Hingga pertengahan 2011, jumlah sitasi makalah (berapa kali makalah di-*refer* oleh peneliti lain di seluruh dunia) sekitar 700 kali. Angka yang sangat tinggi untuk peneliti Indonesia yang publikasinya juga dari Indonesia.

Mikrajuddin merupakan pendiri *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, perintis Simposium Nasional Nanosains dan Nanoteknologi yang sekarang telah bertransformasi menjadi International Conference on Nanoscience and Nanotechnology. Mikrajuddin terpilih sebagai Dosen Berprestasi Peringkat Pertama Tingkat Nasional pada 2010, dan dikukuhkan menjadi Guru Besar Bidang Fisika Nanomaterial pada Juli 2010. Profesor Mikrajuddin tinggal di kawasan timur Bandung bersama Sri Rumiyati, sang istri, dan tiga anaknya, Shafira Khairunnisa, Fathan Akbar, dan Ardi Khalifah.

Potret Indonesia

Jalan ilmu bukan jalan mudah sehingga tidak banyak yang mau dan mampu menempuhnya. Jalan ilmu juga bukan jalan yang ingar bingar, melainkan jalan yang amat sepi sehingga tidak banyak orang melewati. Sebagai contoh spesifik, jumlah doktor fisika teori aktif di Indonesia sejak Indonesia merdeka sampai saat ini baru 19 orang.

1. Prof. Achmad Baiquni (UGM, 1960-an, wafat)
2. Prof. Mohammad Barmawi (ITB, 1960-an, pindah bidang fisika material akhir 1970-an)
3. Prof. Tjia May On (ITB, 1969, pindah bidang fisika material awal 1980-an)
4. Prof. Pantur Silaban (ITB, 1971, pensiun)
5. Prof. Muslim (UGM, 1970-an, wafat)
6. Prof. Darmadi Kusno (UI, 1970-an, wafat)
7. Dr. Jorga Ibrahim (ITB, 1970-an, pensiun)
8. Dr. Hans Jacobus Wospakrik (ITB, 2002, wafat)
9. Dr. Abdullah Renreng (Unhas, 1990-an, pindah ke Malaysia)
10. Prof. Freddy Permana Zen, (ITB, 1994)
11. Dr. Triyanta (ITB, akhir 1990-an)
12. Dr. Alexander Iskandar (ITB, akhir 1990-an, pindah bidang fisika material)
13. Dr. Jusak Kosasih (ITB, akhir 1990-an)
14. Dr. Bobby Gunara (ITB, akhir 1990-an)
15. Dr. Premana Permadi (ITB, akhir 1990-an)
16. Dr. Terry Mart (UI, 1996)
17. Dr. Anto Sulaksono (UI, awal 2000-an)
18. Dr. Agus Salam (UI, awal 2000-an)
19. Dr. Laksana Tri Handoko (LIPI, 1998)
20. Dr. Zainul Abidin (STKIP Surya, akhir 2000-an)
21. Dr. Arief Hermanto (UGM, 2006)
22. Dr. Farchani Rasyid (UGM, 2000)
23. Dr. Mirza Satriawan (UGM, 2000)

24. Dr. Asan Damanik (Univ. Sanata Darma, 2009)
25. Dr. Agus Purwanto (ITS, 2002)
26. Dr. Asep Yoyo Wardaya (Undip, 2010)
27. Dr. Arianto (Unud, 2008, wafat)
28. Dr. Akhmad Aminuddin Bama (Unsri, 2007)

Jumlah atau angka yang sangat kecil dibandingkan dengan angka 230 juta penduduk Indonesia. Dari nama-nama doktor fisika teori tersebut, hanya 2 orang dari luar Pulau Jawa, 1 di Universitas Sriwijaya Palembang, 1 lagi di Universitas Udayana Denpasar. Sedangkan yang di Jawa pun hanya terkonsentrasi di Jakarta dan Bandung. Jika dirata-rata dari tahun Prof. Baiquni (alm.) sampai sekarang, di Indonesia hanya ada 1 doktor baru fisika teori setiap 2 tahun. Padahal, di satu universitas di negara maju seperti Jepang, satu universitas menengah dapat meluluskan 3-4 doktor fisika teori dalam satu tahun.

Jumlah doktor fisika teori tersebut menceritakan beberapa hal. Seperti telah dinyatakan sebelumnya, jalan ilmu adalah jalan sunyi dan terjal sehingga sedikit orang tertarik dan mampu melaluinya. Sunyi berarti ilmuwan jauh dan harus menjauh dari keramaian, harus betah di kamar, perpustakaan, atau laboratorium. Di Indonesia, untuk fisika teori, sunyi berarti juga jauh dari kucuran dana penelitian. Prof. Barmawi, Prof. Tjia, dan Dr. Alexander akhirnya merasakan bahwa fisika teori tidak prospektif, sehingga mereka memutuskan beralih bidang. Dari perspektif ini, mereka yang melanjutkan menempuh jalan fisika teori dapat dipandang sebagai orang-orang gila, yang tidak peduli dengan kelangkaan anggaran untuk bidang mereka.

Banyak mahasiswa fisika yang mengambil jurusan fisika dengan motivasi awal ingin menjadi seperti Newton atau Einstein, tetapi karena faktor sunyi dan terjal, akhirnya motivasi pun pudar. Jalan terjal ilmu berarti jalan ilmu menanjak dan cukup berat untuk dilalui. Setiap tahun, dari 60-70 mahasiswa fisika, hanya 1-2 orang, bahkan kadang tidak ada, yang mengambil tugas akhir fisika teori.

Mahasiswa yang mengambil bidang minat fisika teori biasanya mahasiswa istimewa, jika tidak, mahasiswa tersebut harus mau bertapa dan menulis serta menghitung 10 halaman per hari. Belajar dan bekerja keras dengan pena dan menulis, menulis, dan menulis. Tidak dapat ditawar, tidak cukup hanya membaca, tetapi harus menulis. Menurunkan ulang formulasi demi formulasi dan berlatih menerapkan konsep untuk soal-soal praktis. "*Just do the exercises diligently then you will know what you have understood and have not*," demikian pesan Arnold Sommerfeld kepada muridnya, Werner Heisenberg.

Jalan terjal ilmu bagi ilmuwan terjadi karena seorang ilmuwan harus terus bekerja sebagai ilmuwan yang normal atau seharusnya. Ilmuwan harus mencari, menggali, dan merumuskan hal-hal baru yang belum pernah dilakukan orang sebelumnya. Parameter kerja ilmuwan hanya dua, publikasi di jurnal ilmiah internasional atau paten. Di negara sedang berkembang, seperti Indonesia, publikasi internasional bukan hal mudah. Dr. Terry Mart dan Prof. Mikrajuddin adalah dua ilmuwan Indonesia istimewa dan paling produktif.

Prof. Mikra telah menulis tiga publikasi internasional di semester pertama program doktornya sehingga sebenarnya dapat lulus hanya dalam satu semester. Sementara, tidak sedikit sejawatnya yang belum mempunyai publikasi sampai masa studi resmi dan beasiswanya berakhir sehingga masa studinya harus diperpanjang. Dr. Terry dan Prof. Mikra telah menulis puluhan artikel di jurnal ilmiah internasional setelah menyelesaikan program doktornya. Sementara, banyak rekannya yang belum sempat menulis lagi, bahkan sampai dikukuhkan sebagai guru besar sekalipun. Kenyataan inilah yang memotivasi Prof. Mikra pulang ke Tanah Air dan membuktikan dapat menulis artikel di jurnal ilmiah (bukan konferensi) internasional dari Tanah Air.

Jalan ilmu sesungguhnya adalah jalan para nabi dan auliya, manusia pilihan yang diberi tugas membimbing, memandu, dan mencerahkan umat. Mengambil jalan ilmu berarti menempuh jalan kemuliaan juga untuk tujuan mulia. Para nabi, ambil contoh nabiyullah Muhammad Saw., telah menempuh jalan sunyi sejak kecil. Memisahkan diri dari ke-

ramaian teman sebaya, menggembala kambing, dan kontemplasi di kesunyian dan kegelapan Gua Hira. Upayanya ini kemudian mampu mencerahkan Arab dan melahirkan peradaban Islam.

Perkembangan ilmu yang sedemikian pesat meniscayakan jumlah ilmuwan yang memadai bagi setiap negeri, termasuk Indonesia. Tanpa peran ilmuwan, inovasi dan kreativitas sulit diharapkan, kekayaan alam tidak dapat dikelola sendiri. Tanpa sains, suatu bangsa akan bertransformasi menjadi bangsa kuli yang lemah, tidak berdaulat, dan bergantung pada negara lain.[]

Kosmologi

Alam Semesta Dini

بَدِيعُ السَّمَٰوَٰتِ وَالْأَرْضِ ۖ وَإِذَا قَضَىٰٓ أَمْرًا فَإِنَّمَا يَقُولُ لَهُۥ كُن فَيَكُونُ ﴿١١٧﴾

(Allah) Pencipta langit dan bumi. Apabila Dia kehendak menetapkan sesuatu, Dia hanya berkata kepadanya, "Jadilah!" Maka, jadilah sesuatu itu. (QS Al-Baqarah [2]: 117)

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَٰوَٰتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ ۖ وَيَوْمَ يَقُولُ كُن فَيَكُونُ ۚ قَوْلُهُ الْحَقُّ ۚ وَلَهُ الْمُلْكُ يَوْمَ يُنفَخُ فِي الصُّورِ ۚ عَٰلِمُ الْغَيْبِ وَالشَّهَٰدَةِ ۚ وَهُوَ الْحَكِيمُ الْخَبِيرُ ﴿٧٣﴾

Dialah yang menciptakan langit dan bumi dengan haq (benar), ketika Dia berkata, "Jadilah!" Maka, jadilah sesuatu itu. Firman-Nya adalah benar, dan milik-Nyalah segala kekuasaan pada waktu sangkakala ditiup. Dia mengetahui yang gaib dan yang nyata. Dialah Yang Mahabijaksana, Mahateliti. (QS Al-An'âm [6]: 73)

B*adî'un* بديع adalah *isim wazan* dari *bada'a-yabda'u-bad'an* بدع – يبدع – بدعا (mencipta, mengadakan). Sedangkan *qadhâ-yaqdhî-qadhâ'an-qadhiyyatan* قضى – يقضى – قضاء – قضية berarti memutuskan, menghukumkan, melakukan.

Dalam Al-Quran, terdapat enam ayat yang mempunyai penggalan redaksional:

"Jadilah!" Maka, jadilah.

Kâna-yakûnu-kaunan-kiyânan-kainûnatan كان – يكون – كونا – كيانا – كينونة ([sesuatu itu] ada). *Kun* كن adalah *fi'il amr* dari *kâna*. Penggalan ayat ini menceritakan proses penciptaan sesuatu oleh Allah Swt., Sang

Gambar 1 Pesulap
sumber: www.myspace.com

Desainer Agung. Sepintas proses penciptaan ini mirip permainan sulap yang diawali dengan mantra Sim Salabim atau Abrakadabra

Dari enam ayat *kun fayakûn* ini, selain dua ayat yang terkait dengan penciptaan langit dan Bumi tadi, tiga ayat lain terkait dengan penciptaan seorang anak, Nabi Isa a.s., yaitu Surah Âli 'Imrân (3): 47 dan 59, dan Surah Maryam (19): 35; satu ayat lagi terkait dengan proses menghidupkan dan mematikan, Surah Al-Mu'min (40): 68.

Penciptaan janin Nabi Isa a.s. tanpa proses persanggamaan ibu dan ayah.

قَالَتْ رَبِّ أَنَّىٰ يَكُونُ لِي وَلَدٌ وَلَمْ يَمْسَسْنِي بَشَرٌ ۖ قَالَ كَذَٰلِكِ اللَّهُ يَخْلُقُ مَا يَشَاءُ ۚ إِذَا قَضَىٰ أَمْرًا فَإِنَّمَا يَقُولُ لَهُ كُن فَيَكُونُ ﴿٤٧﴾

Dia (Maryam) berkata, "Ya Tuhanku, bagaimana mungkin aku akan mempunyai anak, padahal tidak ada seorang laki-laki pun yang menyentuhku?" Dia (Allah) berfirman, "Demikianlah Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya. Apabila Allah berkehendak menetapkan sesuatu, Allah cukup berkata kepadanya, 'Jadilah!' Maka, jadilah sesuatu itu." (QS Âli 'Imrân [3]: 47)

Demikian pula penciptaan Nabi Adam a.s. sebagai manusia pertama.

إِنَّ مَثَلَ عِيسَىٰ عِندَ اللَّهِ كَمَثَلِ آدَمَ ۖ خَلَقَهُ مِن تُرَابٍ ثُمَّ قَالَ لَهُ كُن فَيَكُونُ ﴿٥٩﴾

Sesungguhnya perumpamaan (penciptaan) Isa bagi Allah, seperti (penciptaan) Adam. Allah menciptakan Adam dari tanah, kemudian Allah

berkata kepadanya, "Jadilah!" Maka, jadilah sesuatu itu. (QS Âli 'Imrân [3]: 59)

Terputusnya nalar akan proses penciptaan kedua nabi tersebut, yakni lahir tanpa proses yang lazim, dijembatani oleh titah *kun*. Dengan begitu, proses kelahiran Nabi Isa a.s. dan Nabi Adam a.s. pun berlangsung, *fayakûn*.

Penciptaan langit, Bumi, Nabi Isa a.s., dan Nabi Adam a.s. meneguhkan kesan sulap, dalam arti tanpa proses yang masuk akal, dan sebab-akibat bagi proses penciptaannya. Dalam penciptaan dan penyelenggaraan tatanan alam semesta, Tuhan menyertakan edukasi bagi manusia. Tidak ada kesulitan maupun halangan bagi-Nya untuk menciptakan dan menyelenggarakan sendiri segala sesuatu yang ada di langit dan Bumi. Akan tetapi, Allah tidak melakukannya. Allah menciptakan malaikat dan memberinya tugas, antara lain penyampai ilham, penyampai rezeki, pencatat amal baik dan buruk, pencabut nyawa, dan lain-lain.

Andai perintah *kun* benar-benar sulap pun, takkan ada yang mampu menghalangi. Namun, perintah *kun* bukanlah perintah tanpa hikmah. Perintah *kun* selalu diikuti *fi'il mudhâri' yakûn* setelah dijeda *fa*. Sebagai *fi'il mudhâri'*, *yakûn* dapat dipandang sebagai proses yang mungkin rumit atau, sebaliknya, sangat sederhana.

Bagaimana proses penciptaan yang diawali dengan titah *kun* ini? Kita simak ayat lain terkait dengan alam semesta luas, yaitu:

Dan langit Kami bangun dengan kekuasaan (Kami), dan Kami benar-benar meluaskannya. (QS Al-Dzâriyât [51]: 47)

Samâ'un سماء dengan jamak taksir *samawâtun-samâwâtun* سماوات – سموات (langit). *Banâ-yabnî-binâ'an-bunyânan* بنى – يبنى – بناء – بنيانا (membina, membangun, mendirikan). *Aidî* أيدي jamak taksir dari *yadun*

يد (tangan). *Mûsi'ûn* موسعون *isim wazan* dari *wasi'a-yasi'u-si'atan* يسع – سعة – وسع (lapang, luas).

Ayat ini sangat menarik dan menggelitik serta perlu digali lebih lanjut secara terpisah. Menariknya disebabkan oleh dua hal, yaitu *al-samâ'a* (langit) dalam bentuk tunggal, bukan dalam bentuk jamak *al-samawât*, dan *aidin* (tangan) dalam bentuk jamak, bukan tunggal atau dua. Akan tetapi, dalam konteks ini hanya digunakan untuk membantu memahami sifat jagat raya yang diwakili oleh sifat meluasnya langit.

Langit yang meluas mengingatkan pada temuan pergeseran merah (*redshift*) dari cahaya yang dipancarkan galaksi-galaksi. Artinya, galaksi-galaksi saling menjauh. Di ruang angkasa, bintang-bintang maupun galaksi-galaksi tampak menempel pada permukaan langit. Dengan demikian, langit meluas meski mata kita tidak mampu menangkap dan membedakannya.

Saat ini, alam semesta meluas. Imajinasi ke masa silam membawa kita pada jagat raya yang lebih kecil dan lebih kecil sampai pada saat awal, nol. Pada titik nol ini jagat raya berawal, yakni dari ledakan atau dentuman besar, The Big Bang.

Tidak terlalu jelas apa sebenarnya yang meledak dan seberapa lama ledakan berlangsung karena pada saat itu yang ada adalah singularitas, ketakberhinggaan. Sebelum The Big Bang tidak ada apa pun, termasuk materi, ruang, dan waktu. Setelah The Big Bang, terhampar ruang, mengalir waktu, dan tersebar materi serta radiasi. The Big Bang menjadi semacam mantra para ahli fisika untuk memotong kekaburan saat penciptaan jagat raya.

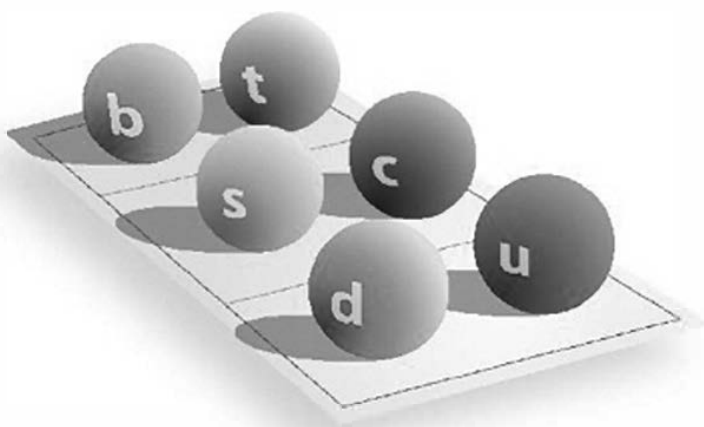
Waktu dentuman diambil sebagai titik awal waktu, titik waktu nol. Para ahli kemudian membuat keadaan awal yang mampu dibayangkan dan dipikirkan. Energi tertinggi partikel yang dapat kita pikirkan adalah energi ketika gravitasi sekuat gaya lemah, gaya elektromagnetik, dan gaya kuat. Energi ini dikenal sebagai energi Planck, besarnya $2{,}33 \times 10^{22}$ (23 miliar 300 juta triliun triliun) GeV yang setara dengan 10^{22} (sepuluh juta triliun) massa proton. Pada saat temperatur jagat raya ini 10^{32}

Gambar 2 Ledakan Besar
sumber: planck.cf.ac.uk/timeline/univers.../bigbang

(seratus juta triliun triliun) Kelvin, gaya gravitasi memisah dari ketiga gaya lainnya. Kejadian ini berlangsung pada $5,38 \times 10^{-44}$ (538 per seratus juta triliun triliun triliun) detik setelah Dentuman Besar.

Ruang-waktu terus mengalir, mengembang, dan membesar. Sejalan dengan pengembangan ini temperatur jagat raya pun menurun. Gaya kuat yang sebelumnya bersatu dengan dua gaya lainnya, gaya elektromagnetik dan gaya lemah, kemudian terpisah pada energi 10^{16} (sepuluh ribu triliun) GeV atau temperatur 10^{29} (seratus ribu triliun triliun) Kelvin. Peristiwa terpisahnya gaya kuat ini terjadi pada waktu 10^{-38} (satu per seratus triliun triliun triliun) detik setelah The Big Bang.

Jagat raya yang baru berusia 10^{-38} detik ini terisi enam tipe quark: up, down, charm, strange, top, botom dan pasangan antiquark-nya; enam lepton: elektron, muon, tau, neutrino elektron, neutrino muon, dan neutrino tau dengan antileptonnya. Semua berada dalam jumlah yang banyak sekali dan saling berinteraksi satu sama lain melalui pertukaran gluon, foton, dan boson W dan Z. Kandungan jagat raya ini dikenal sebagai sup quark-lepton (*quark-lepton soup*).

Ekspansi ruang-waktu terus berlangsung dan temperatur jagat raya pun terus menurun. Ketika temperatur jagat raya bernilai sekitar 10^{15} (seribu triliun) Kelvin atau energi 100 GeV yang terjadi pada 10^{-11} detik, gaya elektromagnetik dan gaya lemah mulai terurai, tidak lagi bersatu. Kerapatan radiasi saat itu masih sangat tinggi, yaitu 1,88x10^{25} (sepuluh triliun triliun) kg m^{-3}, yaitu lebih besar tujuh orde dari kerapatan inti atom 1,78x10^{18} kg m^{-3}.

Gambar 3 Enam Quark
sumber: www.jlab.org

Pada usia sepersatu juta (10^{-6}) detik, temperatur jagat raya telah cukup dingin, yaitu sepuluh triliun (10^{13}) Kelvin, bagi quark-antiquark untuk mengalami kondensasi dan membentuk proton dan netron. Pada saat itu, quark berat top, bottom, charm, dan strange meluruh dan kerapatan energi jagat raya sekitar kerapatan massa inti atom.

LEPTONS

e^- μ^- τ^-

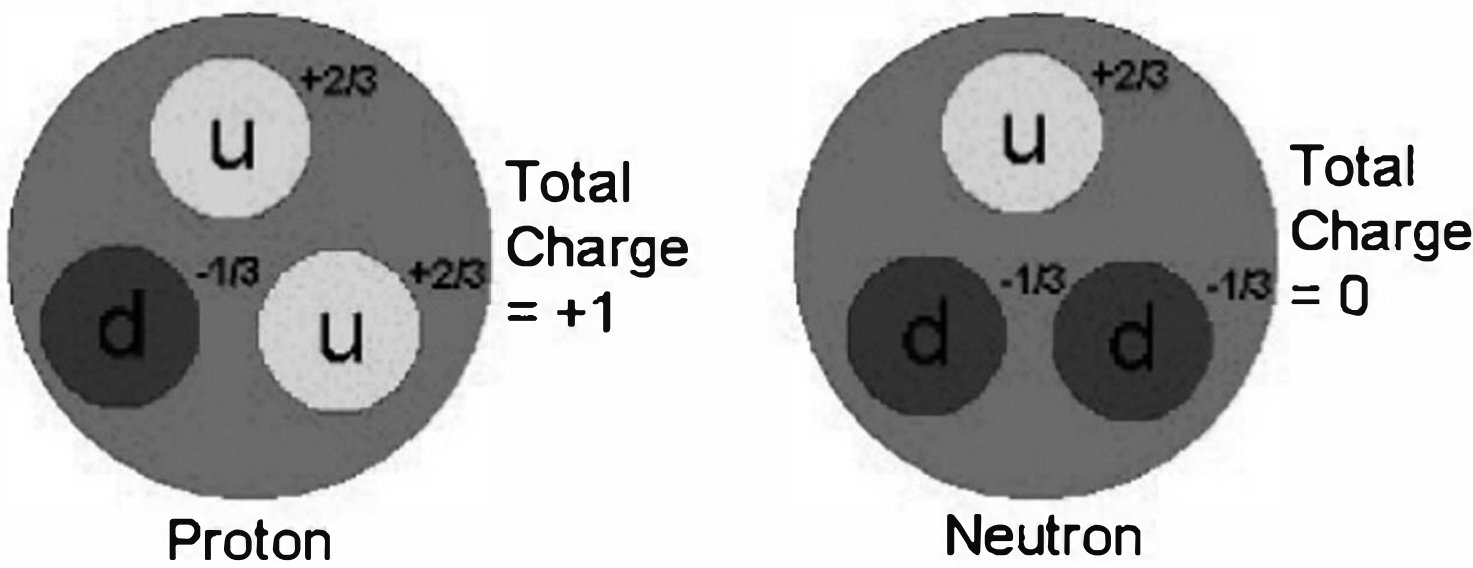
ν_e ν_μ ν_τ

ANTILEPTONS

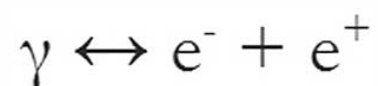
e^+ μ^+ τ^+

$\bar{\nu}_e$ $\bar{\nu}_\mu$ $\bar{\nu}_\tau$

Gambar 4 Lepton-Antilepton
sumber: www.physics.tcd.ie/school/what/quarks

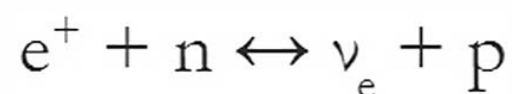
Evolusi terus berlangsung. Pada usia seperseratus detik, jagat raya telah cukup kompleks. Saat itu, temperatur telah turun sampai seratus miliar Kelvin, kerapatan energi didominasi

Gambar 5 Komposit Quark-Antiquark
sumber: titan.triumph.ca/research/introsm.shtml

oleh radiasi. Elektron (e^-) dan positron (e^+) sebagai antielektron dalam kesetimbangan dengan radiasi (foton γ) melalui proses reversibel.

$$\gamma \leftrightarrow e^- + e^+$$

Kesetimbangan dimungkinkan terjadi karena energi foton rata-rata jauh lebih besar daripada energi massa elektron-positron. Inti tidak terbentuk karena energi foton lebih besar daripada energi ikat inti. Nukleon memainkan peran dalam mengonversi elektron dan positron ke dalam neutrino dan antineutrino. Neutrino dan antineutrino juga dalam kesetimbangan melalui interaksi tumbukan antara elektron dan proton (p) menghasilkan neutrino elektron (ν_e) dan netron (n)

$$e^- + p \leftrightarrow \nu_e + n$$

dan tumbukan antara positron dan netron menghasilkan antineutrino elektron dan proton

$$e^+ + n \leftrightarrow \nu_e + p$$

Reaksi ini terjadi karena energi elektron dan positron lebih besar daripada perbedaan massa netron-proton. Dengan demikian, jagat raya terdiri dari foton, elektron, positron, neutrino, antineutrino, proton, dan netron.

Pada usia satu detik, temperatur jagat raya turun menjadi sepuluh miliar derajat, neutrino tidak lagi tercipta dalam jumlah besar dan hancur pada temperatur ini. Neutrino lepas dari kesetimbangan termal karena jagat raya mengembang sedemikian rupa sehingga kerapat-an partikel sangat rendah mampu mendorong interaksi lemah yang menciptakan dan memusnahkan neutrino. Selama neutrino lepas dari kesetimbangan, lebih banyak netron berkonversi menjadi proton ketimbang sebaliknya karena netron mempunyai massa lebih besar daripada proton. Proses

$$e^{+} + n \leftrightarrow \nu_e + p$$

terjadi dengan probabilitas lebih besar daripada proses

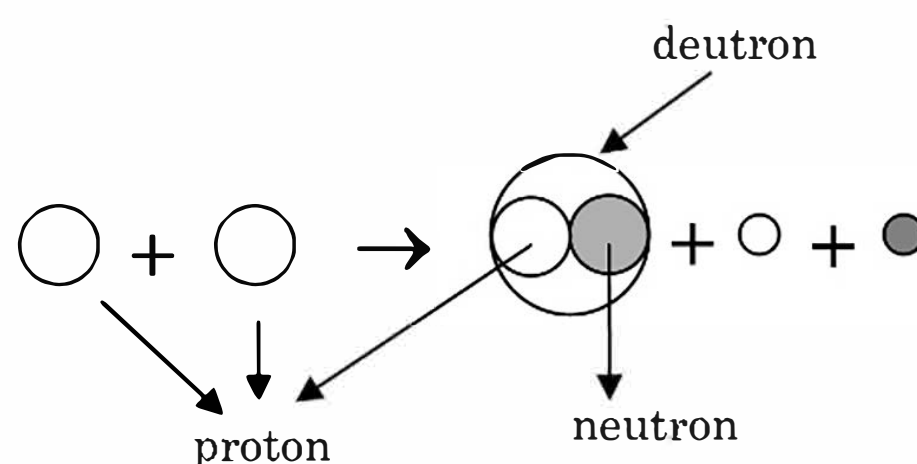
$$e^{-} + p \leftrightarrow \nu_e + n$$

Proses ini menghasilkan proton tiga kali lebih banyak dibandingkan dengan netron. Ketidaksetimbangan proton-netron ini telah menuntun pada jumlah hidrogen lebih banyak daripada helium pada jagat raya sekarang. Neutrino tidak lagi berinteraksi selama jagat raya mengembang sampai hari ini.

Pada energi kurang dari 1 MeV, positron tidak lagi diciptakan dalam jumlah besar, tetapi positron masih tetap dapat lenyap bersama elektron. Positron lenyap sangat cepat setelah neutrino lepas dari kesetimbangan. Energi dari anihilasi elektron-positron ini menjamin distribusi berada pada temperatur lebih tinggi dari neutrino. Kerapatan energi jagat raya setara dengan kerapatan air.

Ketika temperatur menjadi satu miliar derajat, yakni ketika usia jagat raya sekitar seratus detik, sintesis nukleus mulai berlangsung. Tahap awal produksi nukleus adalah pembentukan deuterium (D) melalui fusi dua proton

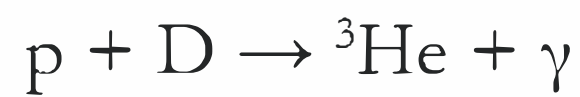
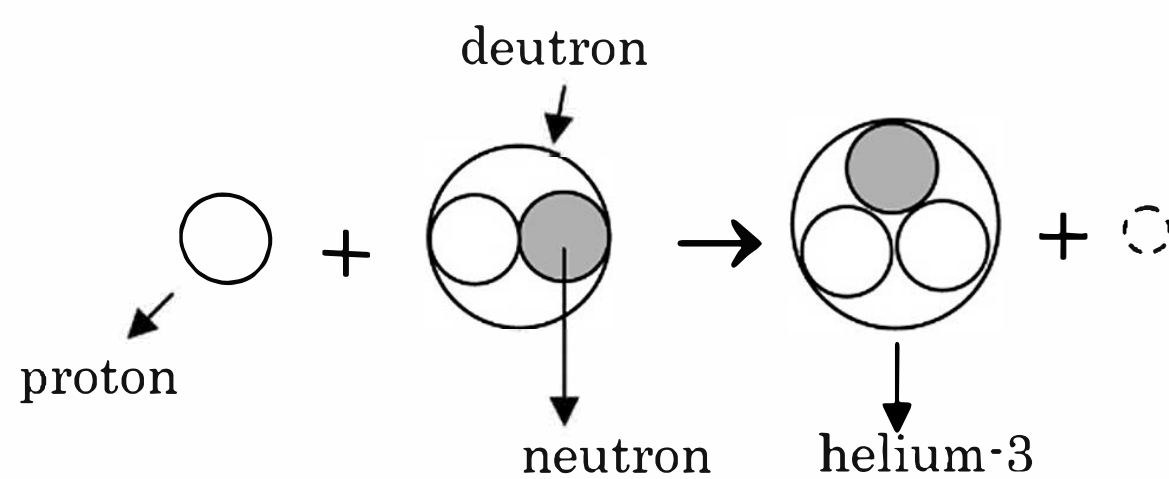
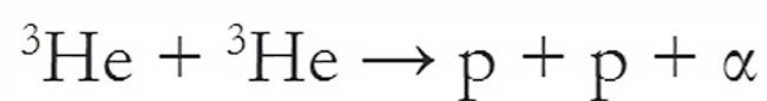
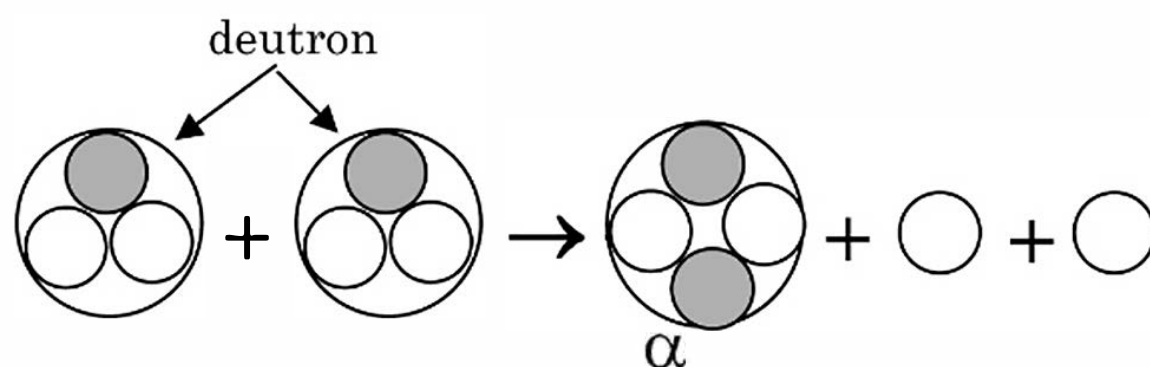
$$p + p \rightarrow D + e^{+} + \nu_e$$

Reaksi fusi proton ini dapat terjadi karena proton cukup energetik untuk mengatasi tolakan elektrik dan kerapatan cukup besar untuk membuat laju reaksi signifikan.

Gambar 6 Fusi Proton-Proton

Deuterium stabil dalam menghadapi disintegrasi-foton memungkinkan partikel α (inti helium-4) terbentuk melalui proses

$$p + D \rightarrow {}^{3}He + \gamma$$

dan

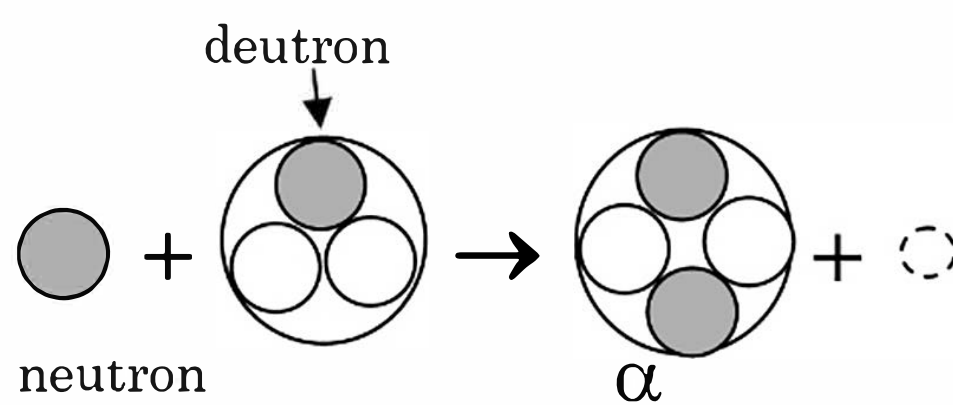
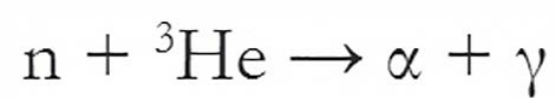
$$^{3}He + {}^{3}He \rightarrow p + p + \alpha$$

Gambar 7 Fusi Proton-Deutron

Gambar 8 Fusi Deutron-Deutron

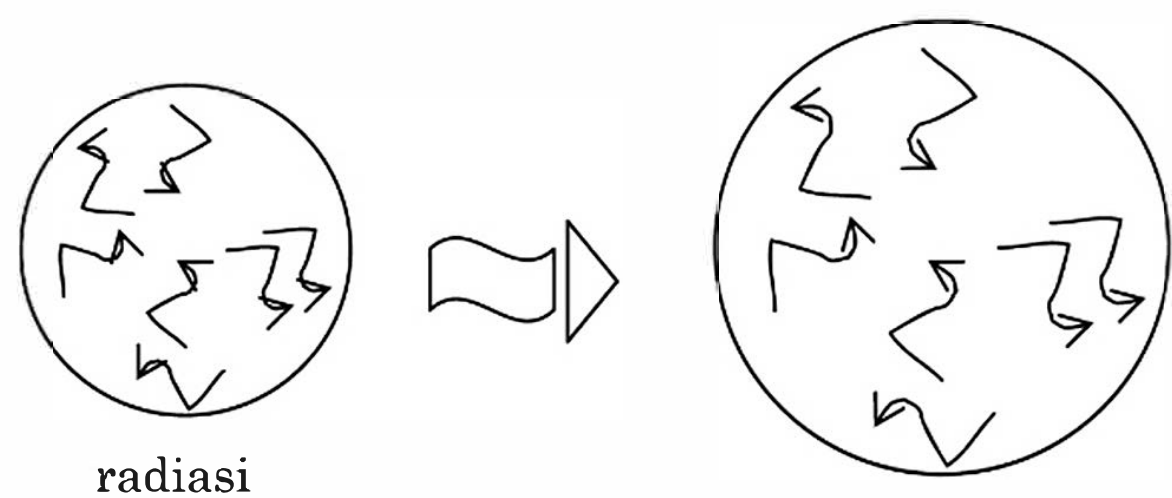
Partikel α juga terbentuk melalui reaksi

$$n + {}^{3}He \rightarrow \alpha + \gamma$$

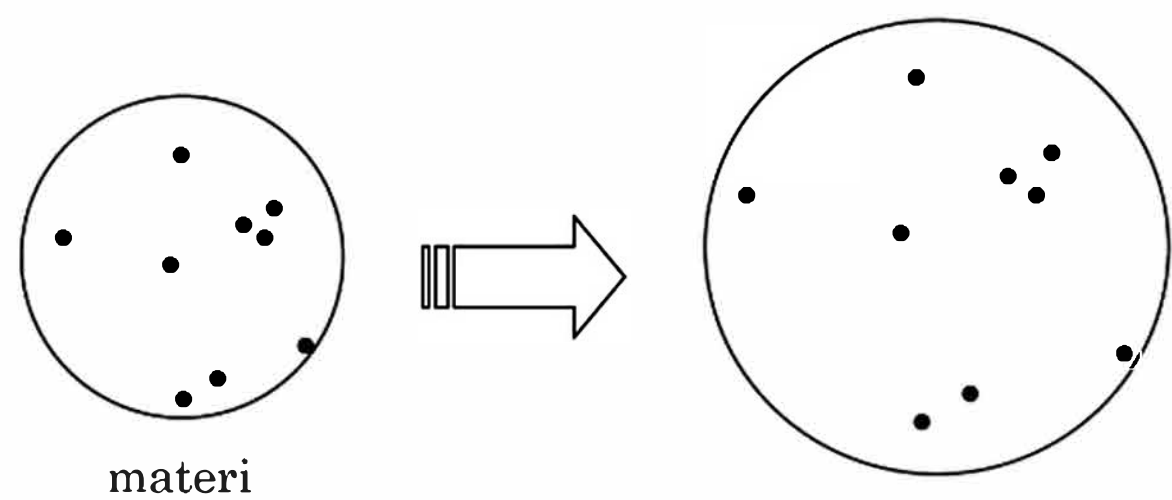
deutron

neutron

α

Gambar 9 Fusi Neutron-Deutron

Era ini dikenal sebagai era *nukleosintesis*, penggabungan inti atom.

Gambar 10 Jagat Raya Mengembang Radiasi Dominan

Seiring dengan jagat raya yang terus mengembang, temperatur pun terus menurun. Inti atom berat juga mulai terbentuk dalam proses yang berbeda dari pembentukan inti atom ringan. Inti atom berat terbentuk melalui proses penangkapan netron.

Pada saat temperatur jagat raya mencapai sekitar 8.175 K, yakni saat ekspansi telah berlangsung seratus ribu tahun, kerapatan radiasi menurun dan sama dengan kerapatan materi, yaitu sekitar 10^{-20} kg m^{-3}. Sejak itu, dinamika jagat raya ditentukan oleh energi materi dan vakum.

Gambar 11 Jagat Raya Materi Dominan

Pembentukan atom mulai terjadi ketika jagat raya telah mengembang dan mendingin sampai temperatur 3.000 K karena foton tidak cukup energetik untuk membelah atom. Era ini dimulai ketika ekspansi berlangsung sekitar seratus lima puluh ribu tahun sejak Dentuman Besar. Pada waktu ini atom-atom terbentuk dan jagat raya dipenuhi oleh atom hidrogen, helium, foton, neutrino, dan antineutrino. Pada saat ini pula

Gambar 12 Ledakan Besar
sumber: www.astro.wiso.edu

radiasi juga telah mendingin dan foton tidak lagi mendominasi kerapatan jagat raya. Rasio foton-baryon telah tetap sebagaimana tidak ada lagi spesies partikel tercipta atau musnah. Panjang gelombang foton bertambah sesuai ekspansi jagat raya, sedangkan massa diam baryon tidak berubah.

Ekspansi jagat raya terus berlangsung, temperatur menurun dan interaksi antarmateri terus terjadi. Setelah Dentuman Besar berlalu sekitar satu miliar tahun, galaksi-galaksi mulai terbentuk. Galaksi-galaksi membentuk gugus galaksi.

Bintang-bintang yang terbentuk dapat mengalami kematian. Bintang yang mati ini sebagian menjadi planet. Matahari adalah bintang terdekat dari planet kita, Bumi. Bumi tempat kita berada baru terbentuk sekitar 4,6 miliar tahun lalu. Artinya, Bumi terbentuk 10 miliar tahun setelah Dentuman Besar.

Kita membayangkan Bumi terdiri dari daratan dan lautan. Di daratan terdapat gunung-gunung, bukit, lembah, hutan, dan gurun. De-

mikian kompleks dan rumit, tetapi juga indah memesona. Demikian pula lautan. Dalam tata surya kita, Matahari hanyalah satu dari sekian miliar bintang di galaksi bimasakti. Bimasakti sendiri hanya satu dari sekian miliar galaksi yang ada di jagat raya yang diperkirakan telah berusia 15 miliar tahun.

Hal yang sangat menakjubkan dari semua itu adalah awal penciptaan itu sendiri, penciptaan yang dikemas dalam satu suara ledakan, dentuman yang amat keras, Bang! *Kun*! Paket singularitas ruang-waktu dan materi meledak sangat dahsyat. Di mana ledakan itu terjadi, sejauh ini belum ada ilmuwan yang mengetahui. Yang jelas, ia tidak terjadi dalam ruang-waktu karena ruang-waktu sendiri masih berada dalam paket yang meledak.

Hal menakjubkan lainnya yang sulit dibayangkan adalah proses-proses penting yang berlangsung dalam kurun waktu yang sangat singkat. Hanya dalam sepersatu juta detik setelah Dentuman Besar, proton dan neutron terbentuk di lautan sup quark-lepton melalui penggabungan quark up dan quark down. Elektron-positron mengalami kesetimbangan dengan foton pada saat seperseratus detik. Pada usia satu detik, banyak netron berkonversi menjadi proton. Sedangkan pada satu menit, reaksi *nukleosintesis* mulai berlangsung. Proses ini sering disebut dengan alam semesta dini (*early universe*).

Bila mengingat jagat raya yang berusia 15 miliar tahun atau sekitar $5x10^{17}$ detik, proses penting yang terjadi saat alam semesta dini berlangsung hanya dalam super-kilasan belaka, 10^{-16}. Proses rumit hanya terjadi dalam periode sepersekian sampai seratus detik. Sulit dibayangkan oleh orang kebanyakan. Proses bagai sulap dan didahului oleh mantra Sim Salabim atau Abrakadabra. Sulap jagat raya diawali dengan *kun*, maka berlangsunglah proses pembentukan jagat raya itu.[]

Besi dan Evolusi Bintang

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنٰتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ
الْكِتٰبَ وَالْمِيْزَانَ لِيَقُوْمَ النَّاسُ بِالْقِسْطِۚ
وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيْدَ فِيْهِ بَأْسٌ شَدِيْدٌ وَّمَنَافِعُ
لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللّٰهُ مَنْ يَّنْصُرُهٗ وَرُسُلَهٗ بِالْغَيْبِۗ
إِنَّ اللّٰهَ قَوِيٌّ عَزِيْزٌ ﴿٢٥﴾

Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan Kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Dan Kami menurunkan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa. (QS Al-Hadîd [57]: 25)

Gambar 1 Tiang Listrik

Ayat tersebut adalah satu dari tujuh ayat tentang besi (*al-hadîd* الحديد) dalam Al-Quran. *Anzala* أنزل adalah *fi'il wazan af'ala* dari *nazala* نزل (turun-menurunkan). *Ba'sun* بَأْسٌ (keberanian, kekuatan); *syadîdun* شديد jamak taksir *asyiddâ'u-syidâdun-syudûdun* شداد – شدود – أشداء (yang berani, yang keras, yang kuat, sangat). *Manâfi'un* منافع adalah jamak taksir dari *manfa'atun* منفعة, *isim* dari *nafa'a-yanfa'u-naf'an* نفع – ينفع – نفعا (bermanfaat, berguna).

Gambar 2 Traktor

Penggalan وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيْدَ akan sulit dipahami jika orang langsung mengaitkannya dengan barang-barang keseharian yang terbuat dari besi. Manusia belum pernah mengalami hujan besi, meski pernah mengalami hujan es dan hujan batu. Sulit membayangkan tiang listrik, kerangka jembatan, traktor, truk, atau kapal laut turun dari langit.

Pemahaman juga akan sulit jika dikaitkan dengan ayat besi yang lain, seperti Surah Saba' (34): 10-11.

Kami telah melunakkan besi untuknya, (yaitu) buatlah baju besi yang besar-besar. (QS Saba' [34]: 10-11)

Lâna-yalînu-lînan-lînatan-layânan لان – يلين – لينا – لينة – ليانا (lembut, lunak). *Layyana-alâna* لين – ألان (melembutkan, melunakkan). *Sabagha-yasbughu-subûghan* سبغ – يسبغ – سبوغا (lapang, makmur). *Sâbighun* سابغ adalah *isim fa'il* dari *sabagha* (yang lapang, yang besar). Besi dalam Surah Saba' (34): 10-11 dikaitkan dengan baju besi yang besar. Sekali lagi, sulit memahami teks menurunkan besi dari langit.

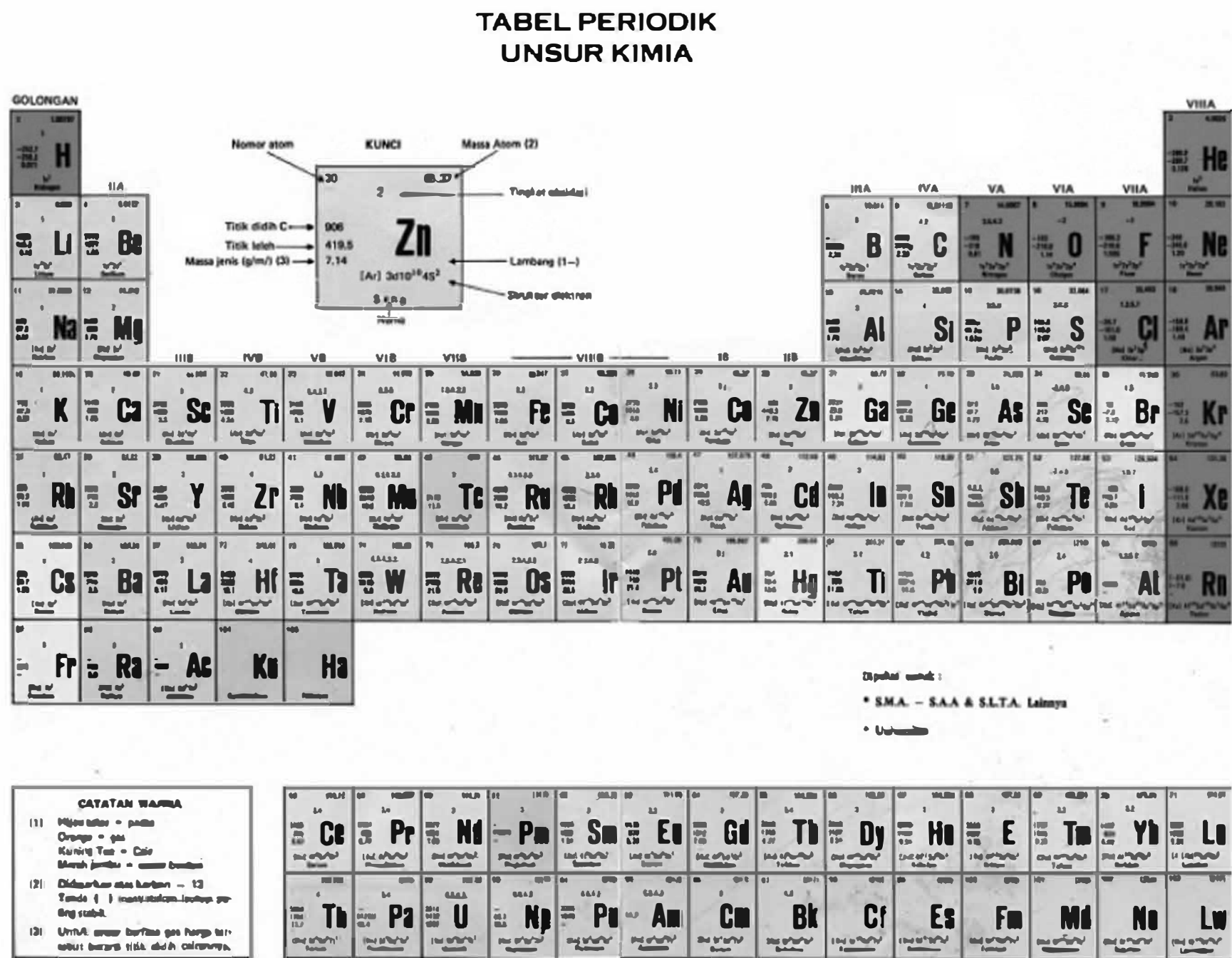
Kesulitan ini mendorong dibuatnya penerjemahan Al-Quran dalam pemahaman yang lebih sesuai, yaitu "Dan Kami *ciptakan* besi." Terjemahan ini sesungguhnya terdengar agak ganjil. Mengapa? Karena أَنْزَلْنَا digunakan dua kali di dalam ayat ini, yang pertama وأنزلنا معهم الكتب diterjemahkan secara harfiah, "Dan Kami telah *turunkan* bersama mereka kitab." Apabila konsisten, *anzala* selanjutnya, وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيْدَ bisa diterjemahkan menjadi "Kami telah *menurunkan* besi", bukan "Kami telah *menciptakan* besi." Karena menciptakan, menjadikan, atau membuat berasal dari kata *khalaqa* خَلَقَ, *ja'ala* جَعَلَ, atau *shana'a* صَنَعَ bukan نَزَلَ yang berarti turun.

Terjemahan penurunan besi akan memberi konsekuensi hancurnya gedung, masjid, gereja, mal, perkantoran, dan bangunan lainnya. Bukankah kita belum pernah menemui peristiwa kehancuran akibat aneka gelondongan logam, termasuk besi, turun dari langit?

Ketika Al-Quran turun, ide atomos Democritus telah berumur sekitar sepuluh abad, meski mungkin belum dikenal di tanah Arab. Artinya, ide serbuk superhalus dari logam telah berkembang ketika Al-Quran turun. Dengan keberadaan ide ini, sebenarnya tidak ada masalah untuk memahami teks secara harfiah, "Dan Kami telah menurunkan serbuk besi."

Pertanyaannya, super-serbuk besi tersebut diturunkan dari mana atau tepatnya dari langit sebelah mana? Mengapa diturunkan dari tempat tersebut? Bagaimana serbuk besi sebelum diturunkan dapat berada di tempat tersebut? Kapan dan bagaimana proses penurunannya? Inilah pertanyaan-pertanyaan bagian dari epistemologi Islam. Pertanyaan yang lahir dari teks (wahyu).

Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, banyak jalur pengetahuan atas aneka fenomena alam yang harus dilalui. Setiap jalur akan menuntun pada pemahaman yang tepat atas teks.

Dalam sejarah ilmu pengetahuan, tercatat perkembangan pengetahuan tentang penyusun dasar materi semakin lengkap. Unsur-unsur dasar materi terus diselidiki dan ditemukan orang dan telah disusun dalam tabel yang dikenal sebagai Tabel Periodik seperti Gambar 3. Besi

Gambar 3 Tabel Periodik

merupakan salah satu unsur logam dan dikenal dengan istilah Ferrum, ditulis dengan simbol Fe.

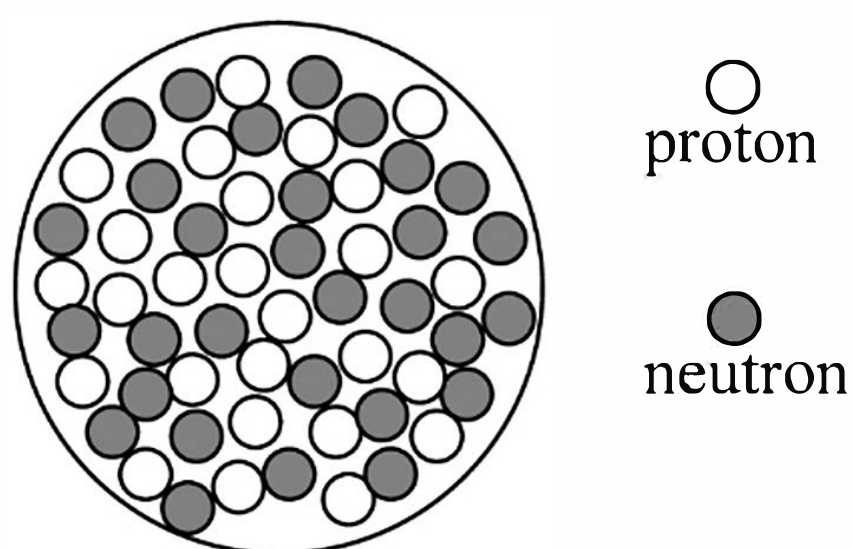
Atom besi atau elemen Fe mempunyai nomor atom 26 dan massa atom 56, yang berarti inti atom Fe tersusun dari 26 proton dan 30 (56-26) neutron. Atom-atom besi ini diselidiki di Bumi. Bagaimana atom-atom ini terbentuk dan di mana? Apa kaitannya atom besi ini dengan langit? Bagaimana atom dari benda atau logam besi yang berat ini dapat diturunkan dari langit?

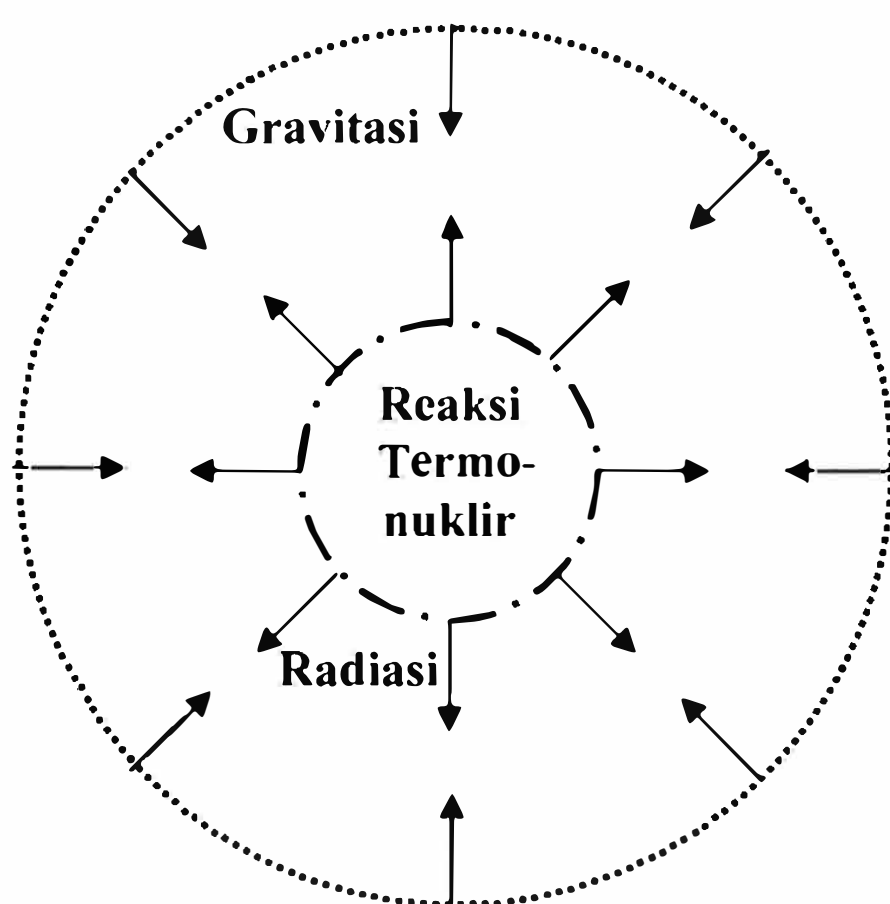
Besi dan ruang angkasa sekarang menjadi masalah utama kita. Dalam perspektif sains Islam, dua hal ini dijadikan titik tolak penelitian yang terencana dan sistematis. Karena harus melibatkan banyak pengetahuan, kajian tentang besi dan langit mungkin tidak akan selesai satu atau dua generasi. Selain itu, kita berangkat dari informasi yang masih gelap.

Saat ini pengetahuan tentang besi telah cukup banyak. Kita tidak perlu berangkat dari nol untuk memahami ayat tentang besi. Pengetahuan pertama kita peroleh dari para astronom. Menurut mereka, ruang di antara bintang tidak kosong, tetapi terisi materi berupa gas dan debu yang disebut materi antarbintang. Kerapatan awan atau materi antarbintang sangat kecil, jauh lebih kecil dibandingkan dengan udara di sekitar kita.

Gambar 4 Inti Atom Besi

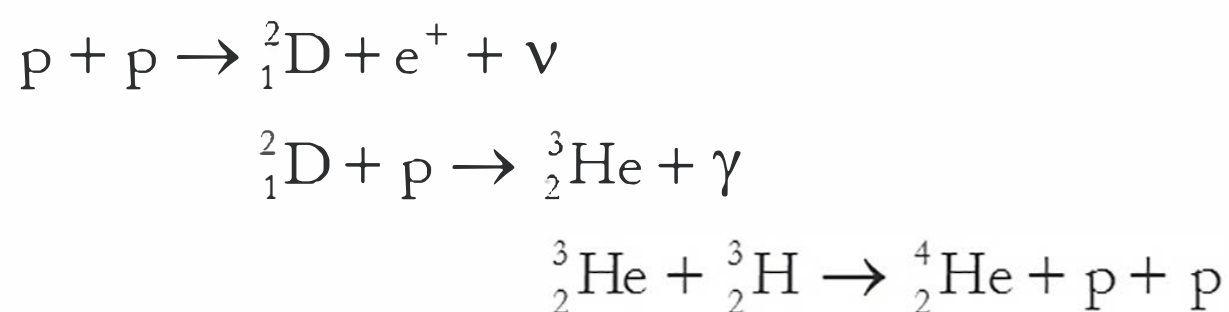
Dalam ruang antarbintang bisa terdapat 10.000 atom per cm^3, sedangkan ruang antara awan hanya sekitar 1 atom per cm^3. Bandingkan dengan udara di permukaan Bumi pada ketinggian permukaan laut. Menurut pengamatan mata telajang tidak tampak apa pun, tetapi sebenarnya terdapat 10^{19} (sepuluh juta triliun) molekul per cm^3. Meskipun jumlah atom di awan antarbintang tidak banyak, tapi karena volume antarbintang sangat besar, jumlah atom juga menjadi sangat besar dan memungkinkan terbentuknya bintang.

Gerak acak memungkinkan ada bagian kumpulan awan yang cukup rapat. Gaya gravitasi oleh materi atau atom-atom bagian dalam menarik atom-atom bagian luar sehingga awan mengerut dan semakin mampat. Pengerutan mengakibatkan tekanan di dalam awan akan membesar dan melawan pengerutan. Pengerutan juga menyebabkan partikel-partikel saling bertumbukan sehingga menimbulkan panas.

Gambar 5

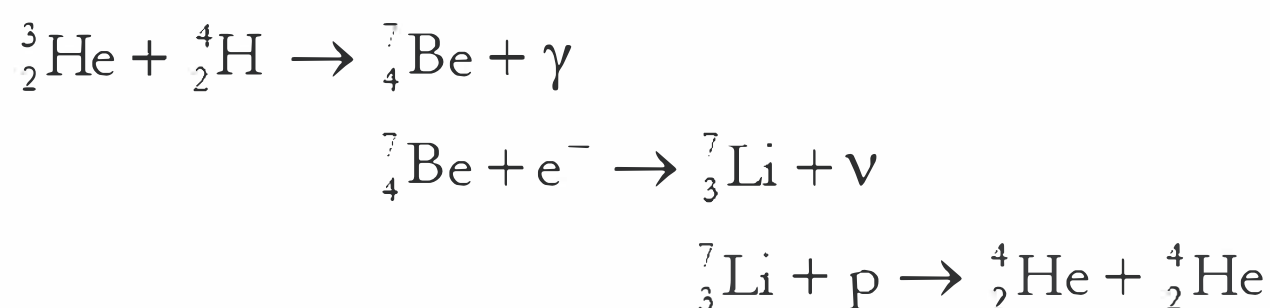
Awan antarbintang yang akan menjadi bintang adalah awan dengan komposisi terbesarnya, yaitu molekul hidrogen (H_2). Molekul

lain juga ada, tetapi dalam jumlah sedikit. Kerapatan partikel sekitar 10 miliar partikel per meter kubik (m^3) dan diameter kumpulan awan sekitar 5 juta kali diameter Matahari.

Awan terus mengerut dan ketika panas mencapai 1.700 °C, molekul H_2 terurai menjadi atom-atom hidrogen. Pengerutan tidak berlangsung satu-dua hari atau satu-dua tahun, tetapi ratusan juta tahun, dan setelah temperatur mencapai sepuluh juta Kelvin, mulailah terjadi pembakaran hidrogen. Awal reaksi pembakaran hidrogen disebut awal pembentukan bintang baru.

Dua proton (p) bergabung membentuk deuterium (${}^2_1D$) sambil melepas positron (e^+), neutrino (ν), dan energi sekitar 0,42 MeV. Deuterium yang terbentuk bertumbukan dengan proton lain dan menghasilkan isotop helium (${}^3_2He$), foton (γ), dan energi 5,49 MeV. Dua isotop helium yang terbentuk bertumbukan menghasilkan helium (${}^3_2He$) dan dua proton sambil melepas energi 12,86 MeV.

$$p + p \rightarrow {}^2_1D + e^+ + \nu$$
$${}^2_1D + p \rightarrow {}^3_2He + \gamma$$
$${}^3_2He + {}^3_2H \rightarrow {}^4_2He + p + p$$

Gambar 6 Proses Produksi Helium dari Proton

Siklus tadi berlanjut dan menghasilkan elemen berilium (Be) dan lithium (Li). Seperti halnya proses terdahulu, proses-proses ini juga diikuti pelepasan energi.

$${}^3_2He + {}^4_2H \rightarrow {}^7_4Be + \gamma$$
$${}^7_4Be + e^- \rightarrow {}^7_3Li + \nu$$
$${}^7_3Li + p \rightarrow {}^4_2He + {}^4_2He$$

Gambar 7 Proses Helium-Lithium

Proses ini dikenal juga sebagai reaksi termonuklir, reaksi pembentukan elemen-elemen berat atas elemen-elemen lebih ringan.

Pada reaksi pembakaran hidrogen tersebut terbentuk helium. Jumlah helium di dalam inti bintang terus bertambah dan meningkatkan konsentrasinya sampai akhirnya mendesak keluar inti siklus pembakaran hidrogen.

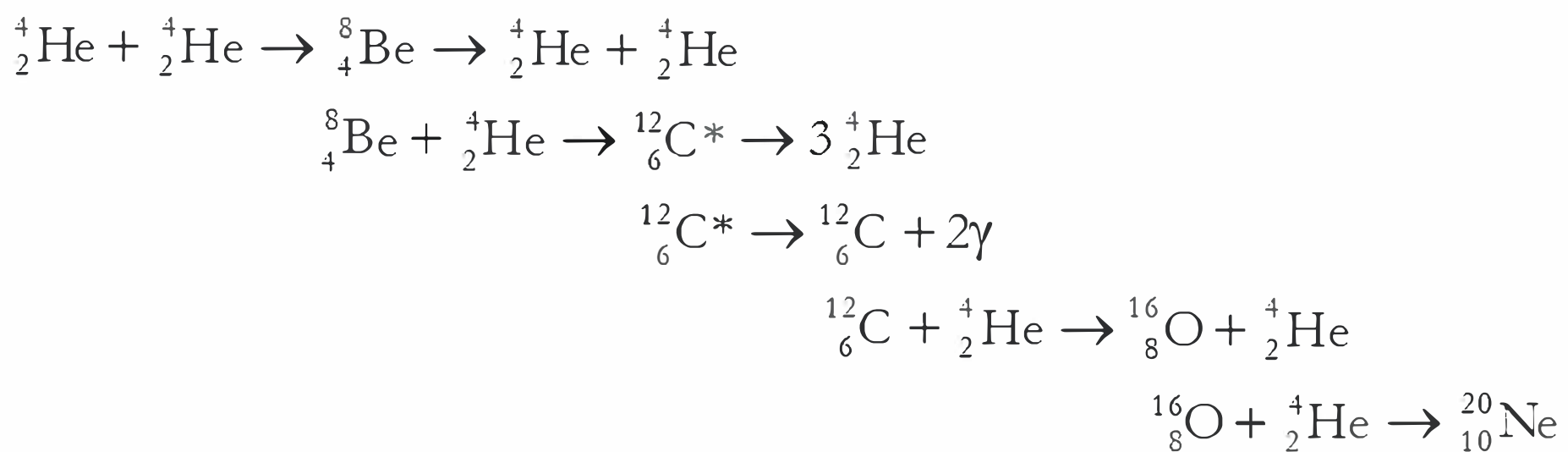
Pembakaran hidrogen terus berlanjut, tetapi sekarang terjadi di lapisan tipis yang mengelilingi inti helium, dan inti helium terus membesar. Gaya gravitasi terus menekan inti dan ketika temperatur inti bintang mencapai seratus juta derajat Celcius, helium mulai melebur dan bergabung dalam rantai pembakaran helium. Dalam pembakaran ini tercipta karbon (C), oksigen (O), dan neon (Ne).

$${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{8}_{4}\mathrm{Be} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$${}^{8}_{4}\mathrm{Be} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C}^{*} \rightarrow 3\,{}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$${}^{12}_{6}\mathrm{C}^{*} \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C} + 2\gamma$$

$${}^{12}_{6}\mathrm{C} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{16}_{8}\mathrm{O} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$${}^{16}_{8}\mathrm{O} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{20}_{10}\mathrm{Ne}$$

Keberadaan karbon dan oksigen akan meningkatkan temperatur inti bintang dan dapat membangkitkan proses konversi hidrogen menjadi helium dalam siklus CNO. Dalam siklus ini dihasilkan juga nitrogen (N) dan fosfor (F).

$${}^{12}_{6}\mathrm{C} + p \rightarrow {}^{13}_{7}\mathrm{N} + \gamma$$

$${}^{13}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{13}_{6}\mathrm{C} + e^{+} + \nu$$

$${}^{13}_{6}\mathrm{C} + p \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + \gamma$$

$${}^{14}_{7}\mathrm{C} + p \rightarrow {}^{15}_{8}\mathrm{O} + \gamma$$

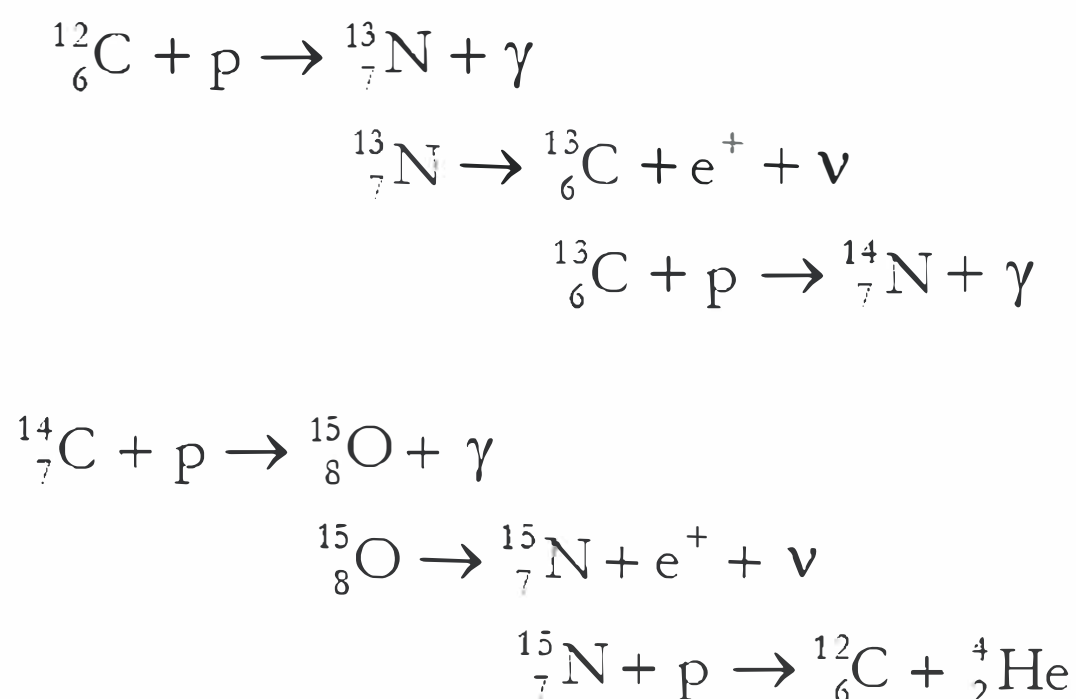
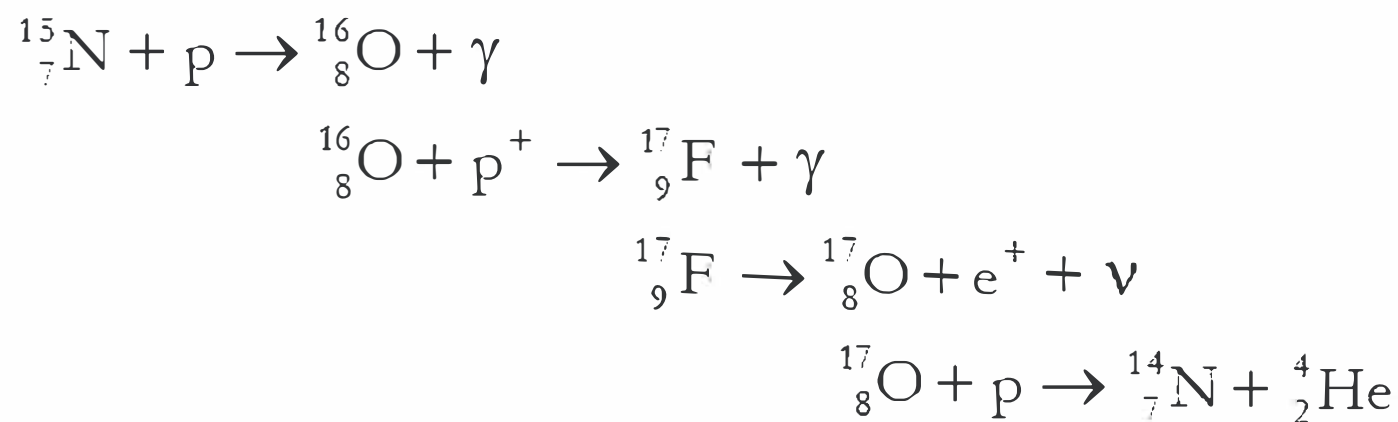
$${}^{15}_{8}\mathrm{O} \rightarrow {}^{15}_{7}\mathrm{N} + e^{+} + \nu$$

$${}^{15}_{7}\mathrm{N} + p \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$${}^{15}_{7}N + p \rightarrow {}^{16}_{8}O + \gamma$$

$${}^{16}_{8}O + p^{+} \rightarrow {}^{17}_{9}F + \gamma$$

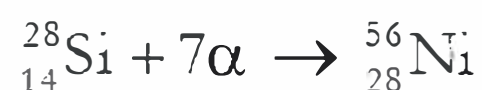
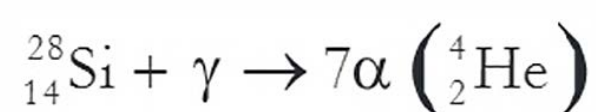
$${}^{17}_{9}F \rightarrow {}^{17}_{8}O + e^{+} + \nu$$

$${}^{17}_{8}O + p \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He$$

Selaras dengan meningkatnya kerapatan dan temperatur inti bintang, ^{12}C dan ^{16}O mulai melakukan pembakaran dalam sederet reaksi yang diikuti oleh peluruhan dan menghasilkan banyak elemen baru. Elemen yang paling melimpah adalah isotop kelipatan bulat dari partikel alfa (inti ^{4}He), yaitu neon ^{20}Ne, magnesium ^{24}Mg, silikon ^{28}Si, dan sulfur ^{32}S.

Inti bintang terus berkontraksi dan medan radiasi kuat yang dibangkitkan material sangat padat ini mulai melakukan fotodisintegrasi inti berat seperti silikon Si. Dalam proses ini sinar gamma berenergi tinggi mempunyai peran dalam memecah inti. Contoh, ketika temperatur inti bintang mendekati tiga miliar derajat Celcius, ^{28}Si terbelah menjadi tujuh partikel alfa.

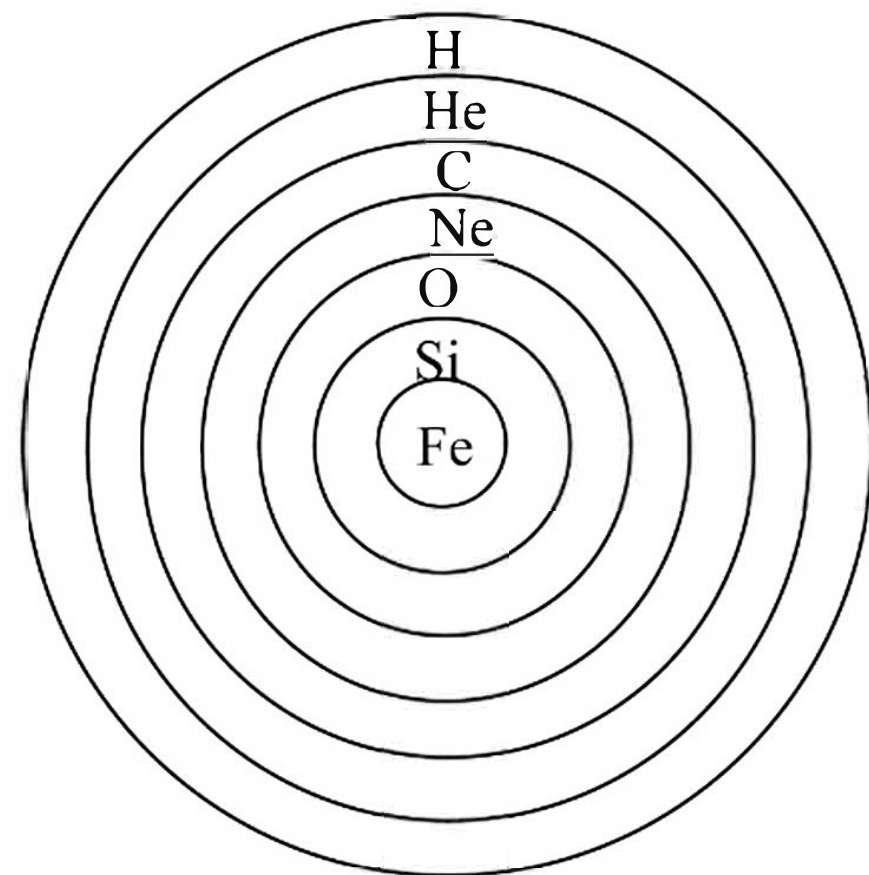
Terciptanya partikel alfa bebas dan berenergi tinggi ini memungkinkan berlangsungnya proses baru, yaitu tertangkapnya partikel-partikel alfa oleh inti atom yang tidak mengalami fotodisintegrasi. ^{28}Si kedua dapat berturut-turut menangkap partikel alfa tujuh kali dan membentuk nikel radioaktif ^{56}Ni.

$${}^{28}_{14}Si + \gamma \rightarrow 7\alpha \left({}^{4}_{2}He\right)$$

$${}^{28}_{14}Si + 7\alpha \rightarrow {}^{56}_{28}Ni$$

Radioaktif ^{56}Ni menangkap elektron dari plasma dan menjadi kobalt radioaktif ^{56}Co. Inti radioaktif menangkap elektron kedua dan membentuk besi stabil ^{56}Fe. Dalam setiap proses tersebut, neutrino dilepas.

$${}^{56}_{28}Ni + e \rightarrow {}^{56}_{27}Co + \nu$$

$${}^{56}_{27}Co + e \rightarrow {}^{56}_{26}Fe + \nu$$

Inti besi ^{56}Fe merupakan inti paling stabil di antara semua inti. Jika besi terbentuk di dalam inti, bintang menjadi seperti bawang merah yang mempunyai beberapa lapisan dan setiap lapisan mempunyai kandungan unsur yang berbeda, seperti Gambar 8. Dalam struktur ini bintang siap meledak dengan dahsyat dalam hitungan detik dan dikenal sebagai supernova. Dalam ledakan supernova ini sebagian besar massanya, tidak terkecuali besi, terlempar ke seluruh ruang.

Gambar 8

Besi adalah unsur paling berat yang dapat diciptakan di pusat bintang melalui proses reaksi termonuklir yang melepaskan energi. Setelah besi terbentuk, reaksi yang melibatkan besi adalah penggabungan inti besi menjadi unsur-unsur lain yang lebih berat dan menyerap energi. Reaksi ini menyebabkan inti bintang mendingin dan pendinginan mengakibatkan tidak adanya radiasi yang menahan gravitasi dari lapisan yang menyelubungi inti. Akibat lebih lanjut, bintang mulai runtuh dalam nova atau supernova.

Nomor Atom Besi

Al-Quran yang diturunkan kepada Rasulullah Saw. adalah mukjizat terbesar yang berlaku sampai akhir zaman. Mukjizat selalu identik dengan sesuatu yang hebat. Pemahaman ini membawa pengertian bahwa Al-Quran akan terus memperlihatkan kehebatannya sampai akhir zaman.

Berikut adalah Surah Al-Hadîd (57): 1-25, yakni ayat yang memuat kata "besi" yang diturunkan Allah. Hitung kata "Allah" seperti yang telah dilingkari.

سَبَّحَ لِلَّهِ مَا فِي السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ ۖ وَهُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ ﴿١﴾

لَهُ مُلْكُ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ ۖ يُحْيِي وَيُمِيتُ ۖ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٢﴾

هُوَ الْأَوَّلُ وَالْآخِرُ وَالظَّاهِرُ وَالْبَاطِنُ ۖ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣﴾

هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ ۚ يَعْلَمُ مَا يَلِجُ فِي الْأَرْضِ وَمَا
يَخْرُجُ مِنْهَا وَمَا يَنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ وَمَا يَعْرُجُ فِيهَا ۖ وَهُوَ مَعَكُمْ أَيْنَ مَا كُنْتُمْ ۚ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ ﴿٤﴾

لَهُ مُلْكُ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ ۚ وَإِلَى اللَّهِ تُرْجَعُ الْأُمُورُ ﴿٥﴾

يُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَيُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ ۚ وَهُوَ عَلِيمٌ بِذَاتِ الصُّدُورِ ﴿٦﴾

آمِنُوا بِاللَّهِ وَرَسُولِهِ وَأَنْفِقُوا مِمَّا جَعَلَكُمْ مُسْتَخْلَفِينَ فِيهِ ۖ فَالَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَأَنْفَقُوا لَهُمْ
أَجْرٌ كَبِيرٌ ﴿٧﴾

وَمَا لَكُمْ لَا تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ ۙ وَالرَّسُولُ يَدْعُوكُمْ لِتُؤْمِنُوا بِرَبِّكُمْ وَقَدْ أَخَذَ مِيثَاقَكُمْ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

هُوَ الَّذِي يُنَزِّلُ عَلَىٰ عَبْدِهِ آيَاتٍ بَيِّنَاتٍ لِيُخْرِجَكُمْ مِنَ الظُّلُمَاتِ إِلَى النُّورِ ۚ وَإِنَّ اللَّهَ بِكُمْ لَرَءُوفٌ
رَحِيمٌ ﴿٩﴾

وَمَا لَكُمْ أَلَّا تُنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلِلَّهِ مِيرَاثُ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ ۚ لَا يَسْتَوِي مِنْكُمْ مَنْ أَنْفَقَ مِنْ
قَبْلِ الْفَتْحِ وَقَاتَلَ ۚ أُولَٰئِكَ أَعْظَمُ دَرَجَةً مِنَ الَّذِينَ أَنْفَقُوا مِنْ بَعْدُ وَقَاتَلُوا ۚ وَكُلًّا وَعَدَ اللَّهُ الْحُسْنَىٰ ۚ
وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١٠﴾

مَنْ ذَا الَّذِي يُقْرِضُ اللَّهَ قَرْضًا حَسَنًا فَيُضَاعِفَهُ لَهُ وَلَهُ أَجْرٌ كَرِيمٌ ﴿١١﴾

يَوْمَ تَرَى الْمُؤْمِنِينَ وَالْمُؤْمِنَاتِ يَسْعَىٰ نُورُهُمْ بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَبِأَيْمَانِهِمْ بُشْرَاكُمُ الْيَوْمَ جَنَّاتٌ تَجْرِي مِنْ
تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ خَالِدِينَ فِيهَا ۚ ذَٰلِكَ هُوَ الْفَوْزُ الْعَظِيمُ ﴿١٢﴾

يَوْمَ يَقُولُ الْمُنَافِقُونَ وَالْمُنَافِقَاتُ لِلَّذِينَ آمَنُوا انْظُرُونَا نَقْتَبِسْ مِنْ نُورِكُمْ قِيلَ ارْجِعُوا وَرَاءَكُمْ
فَالْتَمِسُوا نُورًا ۖ فَضُرِبَ بَيْنَهُمْ بِسُورٍ لَهُ بَابٌ بَاطِنُهُ فِيهِ الرَّحْمَةُ وَظَاهِرُهُ مِنْ قِبَلِهِ الْعَذَابُ ﴿١٣﴾

يُنَادُونَهُمْ أَلَمْ نَكُنْ مَعَكُمْ ۖ قَالُوا بَلَىٰ وَلَٰكِنَّكُمْ فَتَنْتُمْ أَنْفُسَكُمْ وَتَرَبَّصْتُمْ وَارْتَبْتُمْ وَغَرَّتْكُمُ الْأَمَانِيُّ
حَتَّىٰ جَاءَ أَمْرُ اللَّهِ وَغَرَّكُمْ بِاللَّهِ الْغَرُورُ ﴿١٤﴾

فَالْيَوْمَ لَا يُؤْخَذُ مِنْكُمْ فِدْيَةٌ وَلَا مِنَ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ مَأْوَاكُمُ النَّارُ ۖ هِيَ مَوْلَاكُمْ ۖ وَبِئْسَ الْمَصِيرُ ﴿١٥﴾

۞ أَلَمْ يَأْنِ لِلَّذِينَ آمَنُوا أَنْ تَخْشَعَ قُلُوبُهُمْ لِذِكْرِ اللَّهِ وَمَا نَزَلَ مِنَ الْحَقِّ وَلَا يَكُونُوا كَالَّذِينَ

أُوتُوا الْكِتَابَ مِنْ قَبْلُ فَطَالَ عَلَيْهِمُ الْأَمَدُ فَقَسَتْ قُلُوبُهُمْ ۖ وَكَثِيرٌ مِنْهُمْ فَاسِقُونَ ﴿١٦﴾
اعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ يُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ قَدْ بَيَّنَّا لَكُمُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿١٧﴾
إِنَّ الْمُصَّدِّقِينَ وَالْمُصَّدِّقَاتِ وَأَقْرَضُوا اللَّهَ قَرْضًا حَسَنًا يُضَاعَفُ لَهُمْ وَلَهُمْ أَجْرٌ كَرِيمٌ ﴿١٨﴾
وَالَّذِينَ آمَنُوا بِاللَّهِ وَرُسُلِهِ أُولَٰئِكَ هُمُ الصِّدِّيقُونَ ۖ وَالشُّهَدَاءُ عِنْدَ رَبِّهِمْ لَهُمْ أَجْرُهُمْ وَنُورُهُمْ ۖ وَالَّذِينَ
كَفَرُوا وَكَذَّبُوا بِآيَاتِنَا أُولَٰئِكَ أَصْحَابُ الْجَحِيمِ ﴿١٩﴾ اعْلَمُوا أَنَّمَا الْحَيَاةُ الدُّنْيَا لَعِبٌ وَلَهْوٌ وَزِينَةٌ
وَتَفَاخُرٌ بَيْنَكُمْ وَتَكَاثُرٌ فِي الْأَمْوَالِ وَالْأَوْلَادِ ۖ كَمَثَلِ غَيْثٍ أَعْجَبَ الْكُفَّارَ نَبَاتُهُ ثُمَّ يَهِيجُ
فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَكُونُ حُطَامًا ۖ وَفِي الْآخِرَةِ عَذَابٌ شَدِيدٌ وَمَغْفِرَةٌ مِنَ اللَّهِ وَرِضْوَانٌ ۚ
وَمَا الْحَيَاةُ الدُّنْيَا إِلَّا مَتَاعُ الْغُرُورِ ﴿٢٠﴾

سَابِقُوا إِلَىٰ مَغْفِرَةٍ مِنْ رَبِّكُمْ وَجَنَّةٍ عَرْضُهَا كَعَرْضِ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ أُعِدَّتْ لِلَّذِينَ آمَنُوا
بِاللَّهِ وَرُسُلِهِ ۚ ذَٰلِكَ فَضْلُ اللَّهِ يُؤْتِيهِ مَنْ يَشَاءُ ۚ وَاللَّهُ ذُو الْفَضْلِ الْعَظِيمِ ﴿٢١﴾
مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي أَنْفُسِكُمْ إِلَّا فِي كِتَابٍ مِنْ قَبْلِ أَنْ نَبْرَأَهَا ۚ إِنَّ ذَٰلِكَ
عَلَى اللَّهِ يَسِيرٌ ﴿٢٢﴾
لِكَيْلَا تَأْسَوْا عَلَىٰ مَا فَاتَكُمْ وَلَا تَفْرَحُوا بِمَا آتَاكُمْ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ كُلَّ مُخْتَالٍ فَخُورٍ ﴿٢٣﴾

الَّذِينَ يَبْخَلُونَ وَيَأْمُرُونَ النَّاسَ بِالْبُخْلِ ۗ وَمَنْ يَتَوَلَّ فَإِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الْحَمِيدُ ﴿٢٤﴾
لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ ۖ
وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ ۚ
إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾

Berapa jumlah kata "Allah" yang kita dapatkan? 26! Apa arti angka ini? Perhatikan kembali angka di dalam kotak Fe pada Tabel Periodik Gambar 3. Angka ini dikenal sebagai nomor atom Fe, artinya jumlah proton di dalam atom Fe ada 26. Jumlah proton atom besi sama dengan jumlah kata "Allah" pada Surah Al-Hadîd yang berarti besi.

Dalam Al-Quran, terdapat tujuh ayat yang menyinggung soal besi, salah satunya adalah Surah Al-Hadîd (57): 25.[]

Struktur Ruang Waktu

Mahasuci (Allah), yang telah memperjalankan hamba-Nya (Muhammad) pada malam hari dari Masjidil Haram ke Masjidil Aqsha yang telah Kami berkahi sekelilingnya agar Kami perlihatkan kepadanya sebagian dari tanda-tanda (kebesaran) Kami. Sesungguhnya Dia Maha Mendengar, Maha Melihat. (QS Al-Isrâ' [17]: 1)

A*srâ* أسرى berasal dari *sarâ-yasrî-suran* سرى - يسرى - سرى (berjalan malam, hilang [dukacita]). *Asrâ* biasa diartikan memperjalankan. Ayat ini mengungkap episode kenabian yang paling sulit dipahami dan diterima nalar, yaitu episode Isra' dan Mi'raj Nabi Muhammad Saw. Betapa tidak, transportasi darat yang ada saat itu hanya kuda dan unta. Keduanya tidak mungkin melakukan perjalanan bolak-balik Masjidil Haram di Makkah dan Masjidil Aqsha di Palestina yang berjarak sekitar 1.500 km. Perjalanan pada malam itu bukan hanya dari Masjidil Haram ke Masjidil Aqsha, tetapi juga naik ke langit sampai di Sidratul Muntaha.

Menariknya lagi, baik pada perjalanan ke Masjidil Aqsha maupun ke langit, keduanya melintasi wilayah-wilayah asing dan menyaksikan beberapa kejadian serta bertemu dengan nabi terdahulu. Isra' dan Mi'raj adalah suatu peristiwa yang sulit dinalar. Ketika Rasulullah Saw. mengumpulkan para sahabat dan menyampaikan peristiwa yang telah dialaminya, hanya sahabat Abu Bakar yang langsung membenarkan sehingga mendapat gelar Al-Shiddiq (yang senantiasa membenarkan).

Isra' Mi'raj sempat menginspirasi sastrawan Italia, Dante Alighieri, dalam puisi epiknya, *Divine Comedy,* yang ditulis dari tahun 1308 sampai

1321. Puisi 14.233 baris yang terbagi dalam tiga bagian, yakni *Inferno* (Neraka), *Purgatorio* (Penyucian), dan *Paradiso* (Surga), menggambarkan perjalanan jiwa Dante menuju Tuhan. Perjalanan Dante menembus tujuh langit serupa dengan Mi'raj menuju Sidratul Muntaha.

Muskil mendapatkan gambaran perjalanan Isra' Mi'raj sebagai perjalanan biasa, yakni Rasulullah Saw. mengendarai kuda terbang ke langit pada ketinggian tertentu. Misal, perjalanan dilakukan pada ketinggian 10 km di atas permukaan tanah, maka tubuh, khususnya telinga, Rasulullah Saw. akan mengalami rasa sakit yang sangat akibat adanya perbedaan tekanan udara di daratan dan ketinggian 10 km. Kedua, misal, penerbangan dilakukan dengan kecepatan 1.000 km per jam, sehingga Rasulullah Saw. dapat sampai di Masjidil Aqsha hanya dalam 1 jam, tubuh Rasulullah akan terkoyak karena bergesekan dengan debu-debu dan awan ruang angkasa.

Selanjutnya, mari, kita bayangkan perjalanan menembus langit tujuh lapis dengan mengacu pada ayat berikut.

Para malaikat dan Jibril naik (menghadap) kepada Tuhan, dalam sehari setara dengan lima puluh ribu tahun. (QS Al-Ma'ârij [70]: 4)

Ayat ini dapat menjadi rujukan kecepatan Mi'raj Rasulullah Saw., mengingat kendaraan yang dinaiki adalah *buraq* yang berasal dari *barqun J burûqun* برق ج بروق (kilat, cahaya). Selain itu, Rasulullah Saw. juga ditemani Malaikat Jibril. Surah Al-Ma'ârij (70): 4 akan lebih mudah dipahami dengan mengetahui perjalanan malaikat dalam sehari setara dengan perjalanan manusia selama 50.000 tahun. Karena satu tahun 365,25 hari, kecepatan malaikat adalah 18.262.500 kali kecepatan manusia.

Misal, Isra' Mi'raj berlangsung selama 8 jam, mulai pukul 20.00 sampai dengan pukul 04.00, yakni menjelang shubuh waktu Makkah, maka satu perjalanan memakan waktu 4 jam. Jika menggunakan kece-

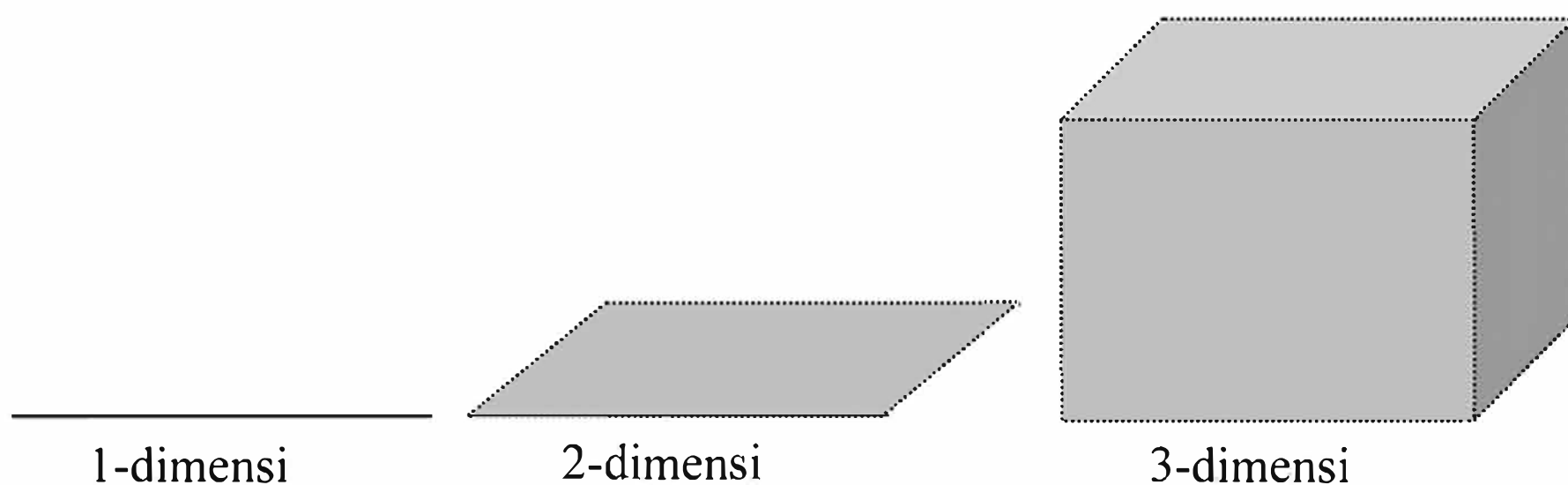
patan jalan sehat 5 km per jam, berarti kecepatan malaikat adalah 91.312.500 km per jam. Dalam perjalanan Mi'raj, Rasulullah Saw. dan Jibril menempuh jarak 365.250.000 km dari Bumi. Artinya, Rasulullah Saw. baru melewati Mars dan setengah perjalanan menuju Yupiter. Jika perjalanan dengan menaiki unta berkecepatan 25 km per jam, berarti Rasulullah Saw. menempuh jarak 1.826.250.000 km. Jadi, beliau baru melampaui Saturnus, belum mencapai Uranus, apalagi Neptunus.

Dalam perspektif ini, langit ketujuh masih berada dalam sistem tata surya kita sehingga lebih banyak benda langit yang berada di luar langit ketujuh ini. Bintang terdekat kita adalah bintang Alpha Centauri yang berjarak 4 tahun cahaya atau sekitar 9,5 triliun km.

Isra' Mi'raj tidak dapat dipahami sebagai perjalanan dalam ruang dan waktu dengan menggunakan pemahaman empat dimensi kita. Harus ada dimensi lain di luar dimensi yang kita kenal. Untuk memahami dimensi ini kita kembali pada ayat pertama Surah Al-Isrâ'.

Tiga kata kunci yang akan dianalisis di sini adalah *asrâ* أسرى, *'abdi* عبد, dan *lailâ* ليلا . *Asrâ* adalah memperjalankan, memindahkan sesuatu atau seseorang dari satu tempat ke tempat lain. Tempat menyatakan satu titik dalam ruang sehingga *asrâ* terkait dengan ruang beserta seluruh atributnya. *'Abdi* merujuk pada hamba pilihan-Nya, Rasulullah Muhammad Saw. secara keseluruhan—jiwa dan raga, ruhani dan jasmani. *Lailâ* adalah malam, penggalan waktu dalam sehari. *Lailâ* mewakili waktu. Tiga kata kunci dalam ayat ini merepresentasikan dimensi ruang dan waktu serta objek materi-immateri.

Ruang merupakan tempat kita hidup di dalamnya. Ruang adalah luasan tiga dimensi dan tak terbatas, tempat semua objek dan peristiwa berlangsung. Masalah eksistensi dan esensi ruang telah menjadi bahan diskusi sejak dahulu. Plato membahasnya dalam *Timaeus* dan Aristoteles menulisnya dalam *The Physics*. Waktu adalah kuantitas yang terpisah dari ruang dan berdiri sendiri.

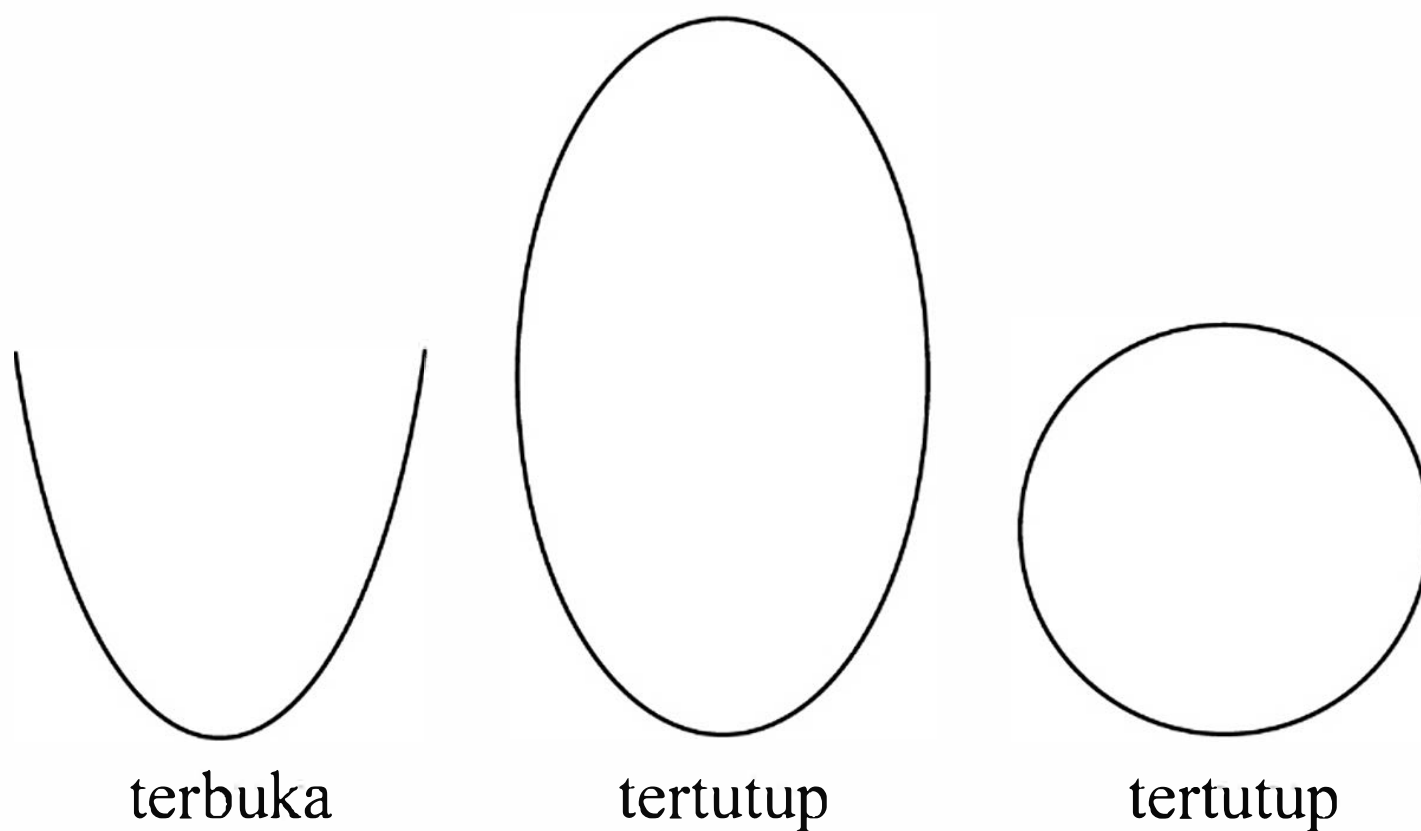
Dalam ruang terdapat titik-titik tak terhitung jumlahnya. Titik merupakan objek imajinatif yang tidak mempunyai panjang, lebar, dan tinggi, juga tidak mempunyai volume. Titik dapat dikatakan sebagai

Gambar 1 Dimensi

objek tak berdimensi atau berdimensi nol. Titik-titik yang berkumpul memanjang, membentuk garis, objek berdimensi satu. Garis yang menyapu ke samping membentuk permukaan atau bidang, objek berdimensi dua. Permukaan yang menyapu ke samping membentuk volume atau ruang tiga dimensi.

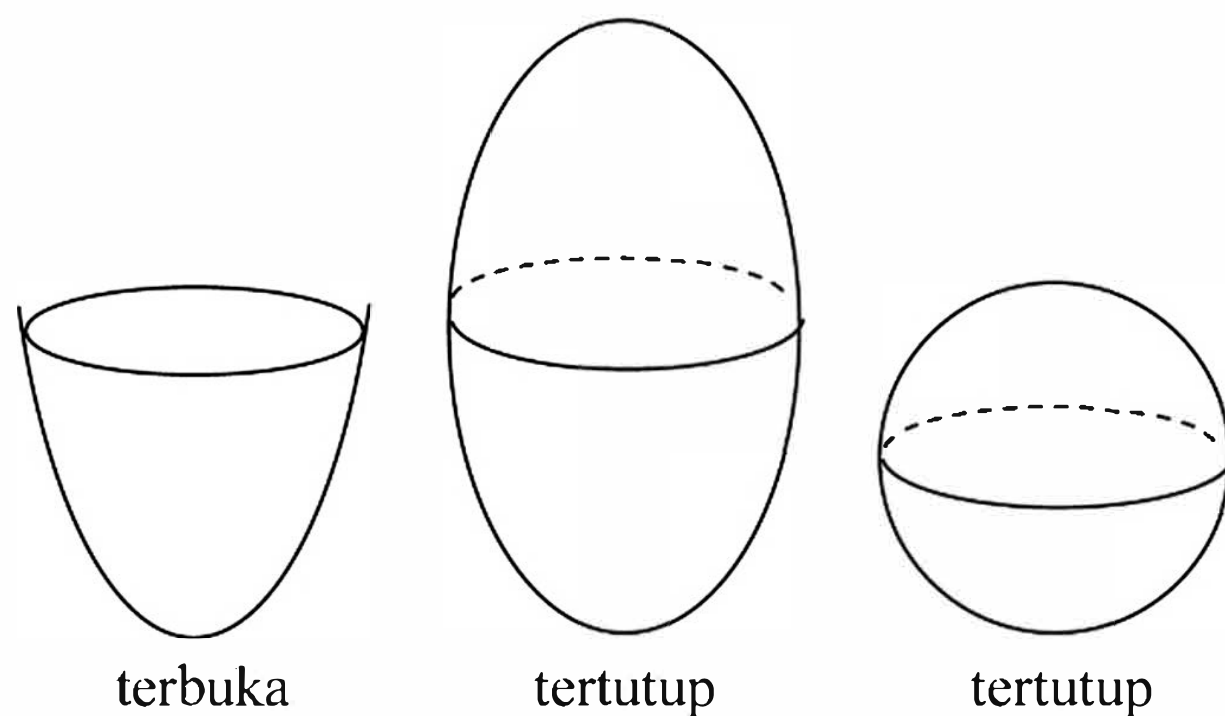
Konsep titik, garis, permukaan atau bidang, serta volume telah dirumuskan dalam bentuk formal aksiomatik oleh Euclid sekitar abad 3 SM. Ahli matematika dari Alexandria yang dikenal sebagai Bapak Geometri ini menuliskan gagasan geometrinya dalam *The Elements* yang terdiri dari 13 jilid. Geometri yang berasal dari istilah geo, Bumi, dan metri merupakan ilmu praktis yang digunakan untuk menentukan dan mengukur aneka bentuk. Pada masa Mesir kuno, pengetahuan ini digunakan secara praktis untuk membangun piramida.

Rene Descartes memperkenalkan koordinat bagi titik-titik dalam ruang dengan mengambil satu titik tertentu sebagai acuan. Dengan koordinat ini, setiap titik diidentifikasi dengan bilangan tertentu dan tidak mungkin dua titik yang berbeda terungkap dengan bilangan yang sama. Lebih lanjut, para ahli matematika mengembangkan konsep ruang abstrak berdimensi *n* yang lebih dari tiga. Dalam perspektif ruang abstrak berdimensi *n,* maka garis dapat disebut ruang dimensi-1, bidang adalah ruang dimensi-2, dan seterusnya. Dari perspektif ini ruang dan waktu dapat digabung sebagai ruang dimensi-4, biasa disebut ruang dan waktu dimensi-4.

Sebagaimana kita juga tahu bahwa garis tidak selalu lurus, melainkan bengkok atau lengkung. Garis lengkung ini tetap dapat dikatakan

sebagai ruang dimensi-1. Perbedaan antara ruang dimensi-1 yang lurus dan lengkung adalah ruang lurus selalu terbuka, sedangkan ruang lengkung dapat terbuka maupun tertutup. Ruang terbuka jika kedua ujungnya tidak bertemu dan tertutup jika bertemu. Garis parabolik membentuk ruang lengkung dimensi-1 terbuka, sedangkan garis elips dan lingkaran membentuk ruang lengkung dimensi-1 tertutup, seperti Gambar 2.

Gambar 2 Ruang Lengkung Dimensi-1

Seperti halnya garis lurus yang dapat diperluas menjadi permukaan, bidang, atau ruang dimensi-2 yang datar, perluasan ruang lengkung dimensi-1 juga diperlakukan serupa menjadi permukaan atau ruang lengkung dimensi-2. Permukaan paraboloid, elipsoid, dan lingkaran merupakan contoh ruang dimensi-2 lengkung terbuka, lengkung tertutup. Dalam perspektif dunia dua dimensi, misal, permukaan bola, galaksi-galaksi di ruang angkasa ibarat serpihan kertas kecil yang ditempelkan pada permukaan bola, sedangkan bagian kosong yang tidak ditempeli kertas adalah ruang angkasa. Perjalanan ke ruang angkasa adalah perjalanan menuju permukaan bola yang bisa jadi suatu ketika kembali ke galaksi sendiri bahkan tanpa berbalik sekalipun.

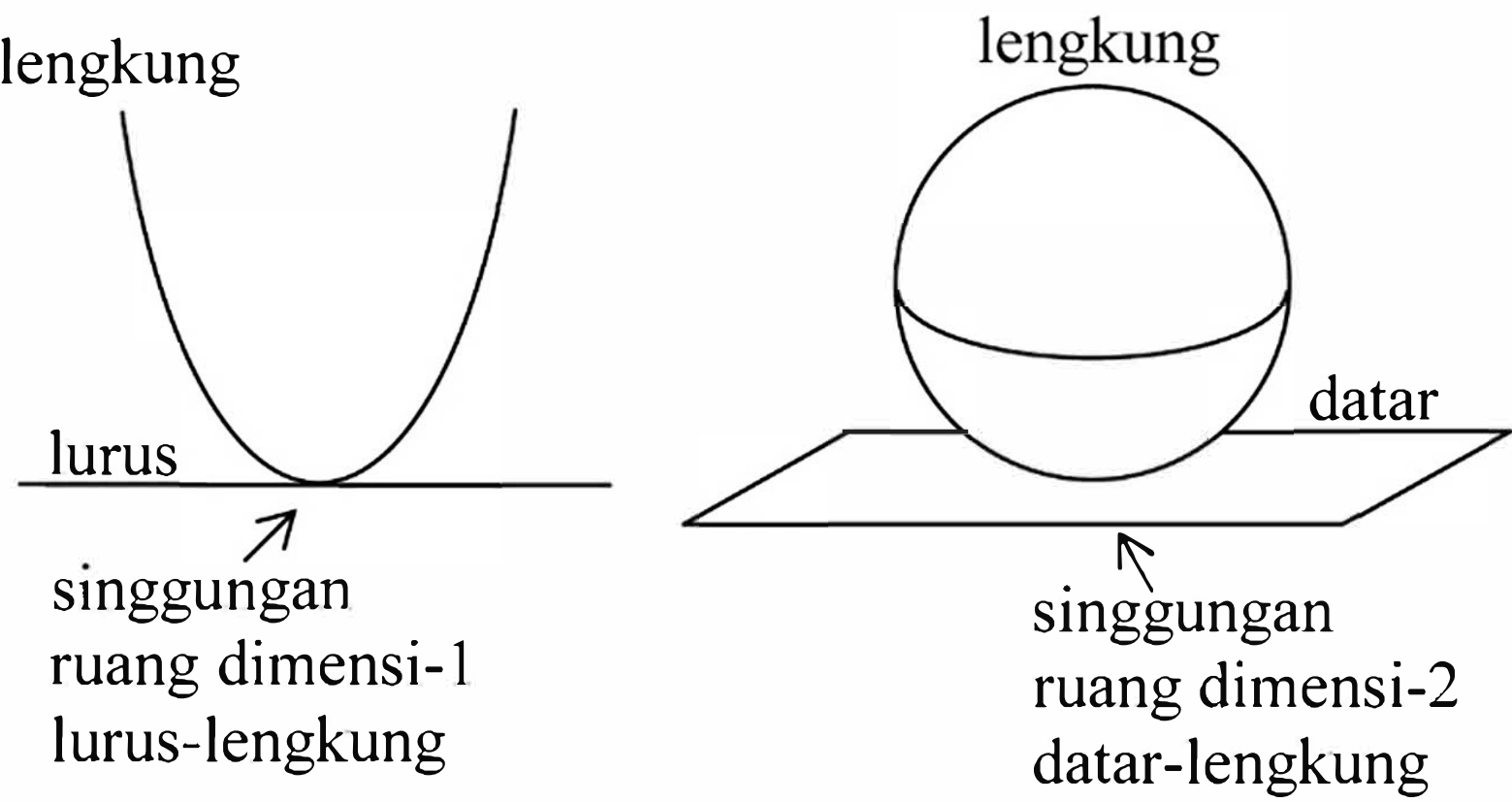
Misal, seekor semut hidup di ruang satu dimensi, baik yang lurus maupun lengkung. Di ruang ini semut hanya dapat bergerak maju atau mundur, tidak dapat naik-turun maupun bergerak ke kanan atau

Gambar 3 Ruang Lengkung Dimensi-2

kiri. Ketika semut tertiup angin, lalu terlempar dari garis, berarti semut terlempar naik ke dimensi yang lebih tinggi, di luar ruang dimensi-1. Jika terdapat semut lain di belakang atau di depannya, semut-semut ini hanya merasakan bahwa semut yang terlempar ke dimensi lain tersebut tiba-tiba lenyap.

Di dunia dua dimensi, semut hanya dapat bergerak maju-mundur dan ke kanan atau kiri, tapi tidak bisa bergerak ke atas atau bawah. Misalkan, dunia dua dimensi tersebut berupa permukaan bola, maka semut hanya akan bergerak di permukaan bola tersebut. Semut-semut hanya dapat melihat sesuatu yang ada di dunianya, yaitu permukaan bola. Berbeda dengan makhluk yang hidup di ruang tiga dimensi. Mereka dapat melihat ruang di dalam dan di luar permukaan bola. Ruang selain permukaan bola merupakan dimensi lain yang lebih tinggi bagi makhluk, termasuk semut di dunia dua dimensi permukaan bola. Semut yang terpental dari permukaan dipandang lenyap dan menghilang ke dimensi lain oleh semut lain di permukaan bola tersebut.

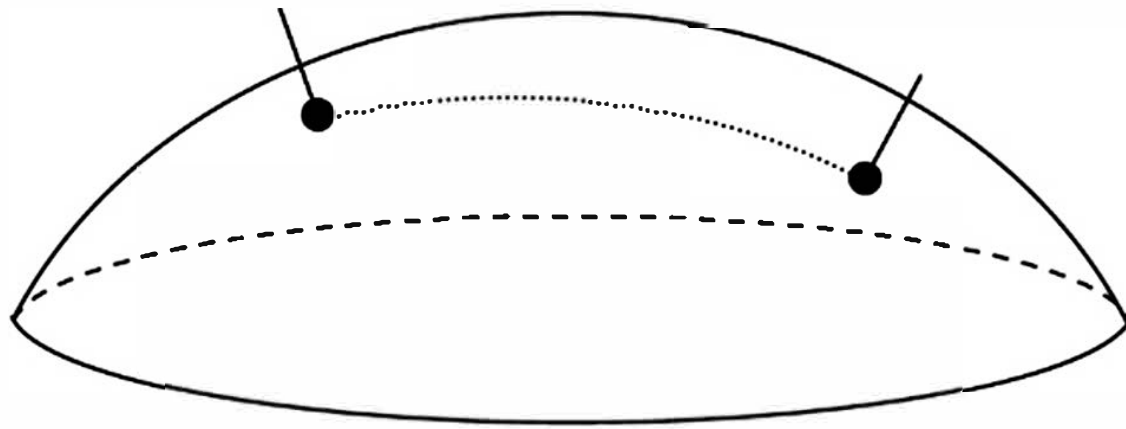
Ruang lengkung dimensi-1 maupun dimensi-2 dapat dibedakan dari ruang berdimensi sama yang lurus atau datar. Kesulitan terjadi ketika membayangkan perluasan ruang lengkung dimensi-3. Ruang lengkung dimensi-1 digambarkan di ruang datar dimensi-2 atau lebih, ruang lengkung dimensi-2 digambarkan di dalam ruang datar dimensi-3. Dari analogi ini, kita hanya dapat menggambarkan ruang

lengkung dimensi-3 di ruang datar minimum dimensi-4, padahal ruang yang kita tinggali berdimensi-3.

Seperti halnya ruang dimensi-1 maupun dimensi-2, ruang lurus-datar dapat saling bersinggungan. Artinya, satu titik tertentu dapat merupakan bagian dari atau berada di ruang lurus-datar, sekaligus di ruang lengkung. Ruang lurus-datar dan lengkung hanya dapat dibedakan dari lintasan objek yang melintasi ruang tersebut. Bila ruangnya lurus-datar, benda akan bergerak dalam lintasan lurus dan selalu lengkung jika di ruang lengkung.

Gambar 4 Singgungan 2 Ruang

Dalam ruang dimensi-3 tempat kita hidup ini, ruang datar dan ruang lengkung bersinggungan, beririsan, atau berkelindan. Ada bagian ruang datar dan ada bagian ruang lengkung. Pertanyaannya, bagaimana mengetahui bahwa ruang kita melengkung atau tidak? Objek apa yang dapat menguji kelengkungan ruang?

Pythagoras dan Euclid telah membahas persoalan jarak antara dua titik dan garis lurus 25 abad silam. Jarak dua titik merupakan panjang garis lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut. Namun, berapa jarak dua lubang kecil di permukaan wajan? Dalam skala lebih besar, pada permukaan Bumi yang berbentuk bola, berapa jarak Surabaya-Makkah? Jarak dua lubang maupun jarak Surabaya-Makkah adalah

garis lengkung terpendek pada permukaan wajan dan permukaan Bumi yang menghubungkan kedua posisi tersebut.

Gambar 5 Garis dan Jarak Terpendek

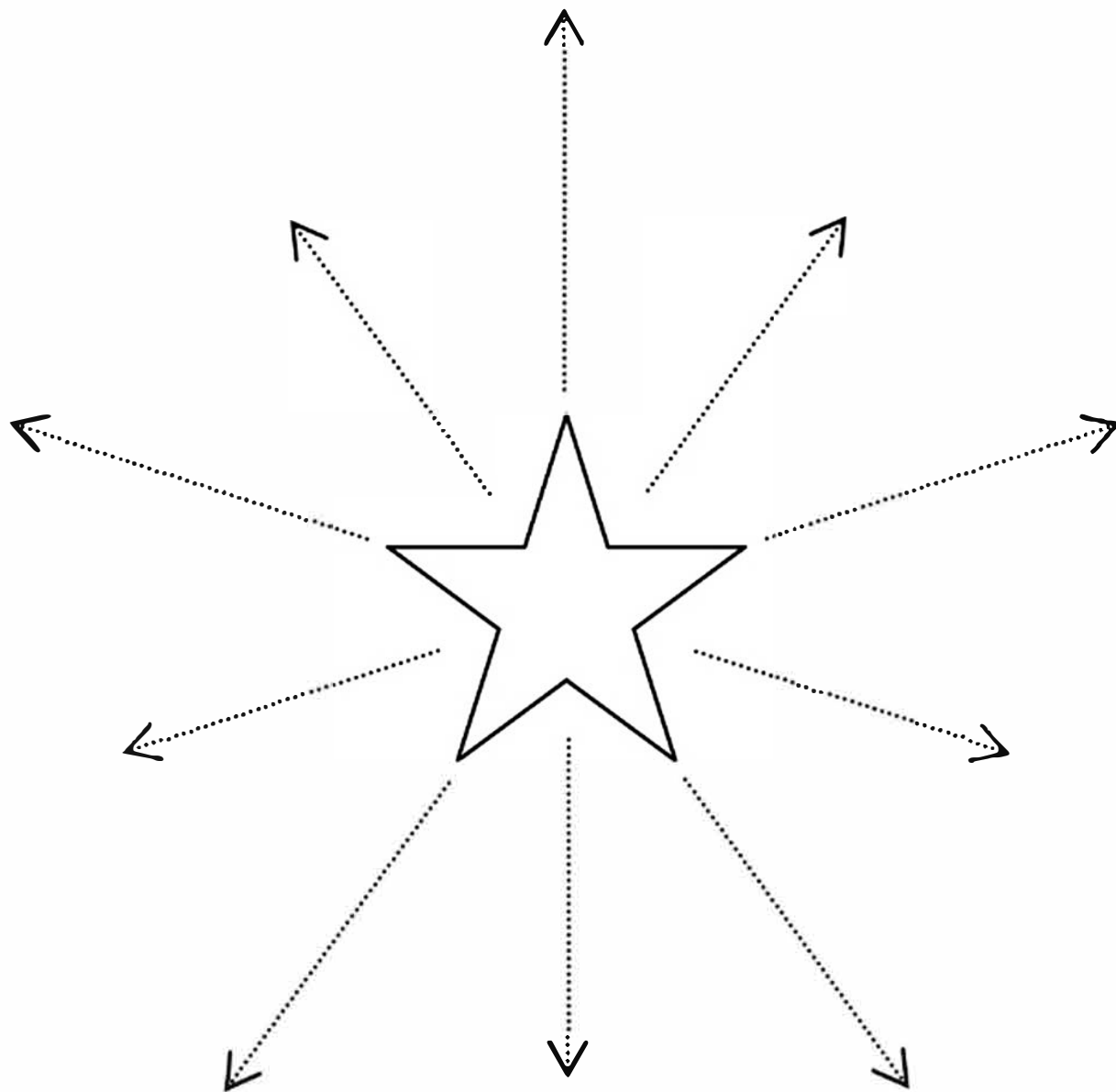
Pengukuran jarak antara dua kota yang masih berada dalam satu pulau, seperti Surabaya dan Jakarta, dapat dilakukan secara konvensional. Akan tetapi, berbeda halnya dengan pengukuran dua kota yang berbeda pulau bahkan benua, seperti Surabaya-Banda Aceh atau Surabaya-Makkah. Meskipun kota-kota ini berada di permukaan Bumi, pengukuran konvensional tidak dapat dilakukan. Akan tetapi, kita dapat menggunakan ilmu ukur Bumi atau trigonometri bola dengan mengetahui posisi masing-masing kota dan jejari Bumi, jarak antarposisi di muka Bumi dapat dihitung.

Masalah serupa juga dihadapi ketika seseorang harus menentukan jarak objek langit, seperti planet dan bintang. Metode pengukuran konvensional dengan membentangkan tali atau menggunakan roda tidak dapat digunakan lagi. Metode paralaks[1] pun dikembangkan orang. Cara yang lebih canggih mungkin dengan mengirim pulsa cahaya pada suatu objek, lalu menunggu pantulannya. Dengan mengetahui kecepatan cahaya dan waktu yang diperlukan, jarak objek dapat diketahui. Cara yang sama juga dilakukan untuk mengukur kedalaman laut, yakni dengan mengirim gelombang bunyi.

Dalam metode tadi, cahaya dijadikan sebagai alat bantu. Terkait dengan struktur ruang-waktu yang bisa jadi datar atau lengkung,

1 "Pergerakan yang tampak" dari sebuah objek terhadap latar belakang yang jauh akibat pergeseran perspektif.

bagaimanakah menguji perjalanan cahaya, apakah ia melewati ruang datar atau ruang lengkung? Jawabnya, harus dilihat lintasan cahaya tersebut, lurus atau melengkung. Bagaimana hal ini dapat dilakukan?

Sebelum bicara tentang cahaya, perlu diketahui sumber cahaya tersebut. Karena masalah yang kita bahas adalah struktur ruang-waktu, kita harus melibatkan ruang skala luas, ruang angkasa, ruang antarbintang. Sumber cahaya di ruang angkasa luas adalah bintang-bintang. Bintang memancarkan cahaya ke seluruh ruang di sekitar dirinya. Manusia di Bumi juga menangkap cahaya yang dipancarkan bintang-bintang tersebut.

Gambar 6 Cahaya Bintang ke Segala Arah

Lantas, bagaimana cahaya dari suatu bintang dapat menjadi petunjuk bahwa ruang yang dilalui cahaya bintang tersebut adalah datar atau lengkung? Bagaimana mengetahui cahaya bintang telah bergerak dalam lintasan lurus atau lengkung?

Gambar 7 Lintasan Cahaya Bintang ke Bumi

Bintang hanya dapat terlihat pada malam hari. Artinya, posisi bintang di langit diketahui dengan pengamatan pada malam hari. Bagaimana jika bintang yang biasa dilihat pada malam hari menjadi tidak dapat dilihat karena terhalang objek langit yang lain? Terhalang? Objek apa yang bisa menghalangi?

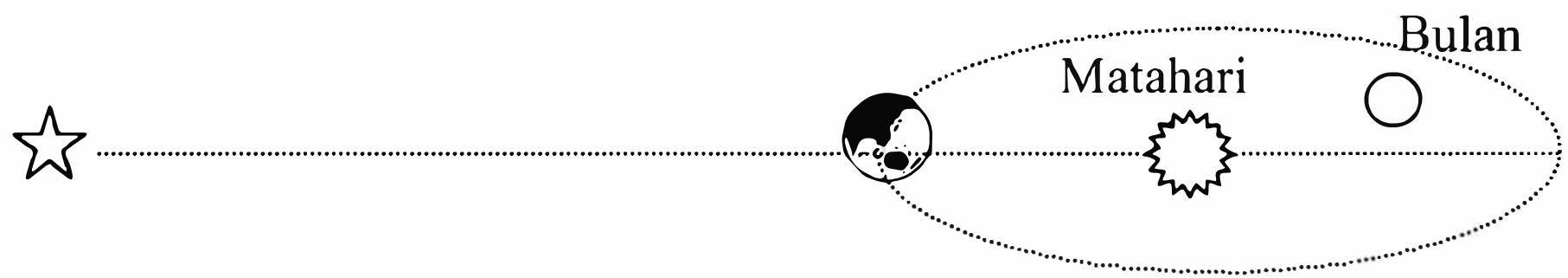
Hanya ada dua objek langit yang lalu-lalang di langit secara teratur dan relatif dapat diketahui dengan baik posisinya, yaitu Bulan dan Matahari. Bulan biasa terlihat pada malam hari, sebaliknya Matahari tampak pada siang hari. Bagaimana Bulan atau Matahari dapat menjadi penghalang cahaya bintang sampai ke Bumi?

Bulan akan menghalangi cahaya bintang pada malam hari jika posisi Bumi, Bulan, dan bintang tepat berada dalam satu garis. Dalam posisi tersebut cahaya bintang yang biasa tampak menjadi tertutup jika cahaya melintas lurus. Namun, bintang akan tetap terlihat jika cahayanya ternyata menempuh lintasan lengkung dan dapat menghindari Bulan. Ide ini dapat direalisasikan dengan mengetahui posisi bintang dan posisi Bulan pada suatu malam tertentu.

Situasi lain adalah ketika bintang tertutup Matahari. Matahari muncul menandai siang hari. Kekuatan cahaya Matahari membuat benda-benda langit, termasuk bintang-bintang, tidak terlihat dari Bumi. Jika Matahari menghalangi bintang dan bintang diharapkan tetap terlihat karena diasumsikan bahwa cahaya bintang melengkung, siang pada saat itu harus gelap. Siang tapi gelap? Betul, siang tapi gelap dapat terjadi ketika Gerhana Matahari total, Matahari-Bulan-Bumi berada dalam satu garis lurus. Namun, seperti telah dipaparkan sebelumnya, posisi bintang hanya dapat diketahui ketika malam, bukan siang hari.

Bagaimana menguji bahwa bintang berada pada posisi di belakang Matahari?

Gambar 8 Gerhana Matahari Total

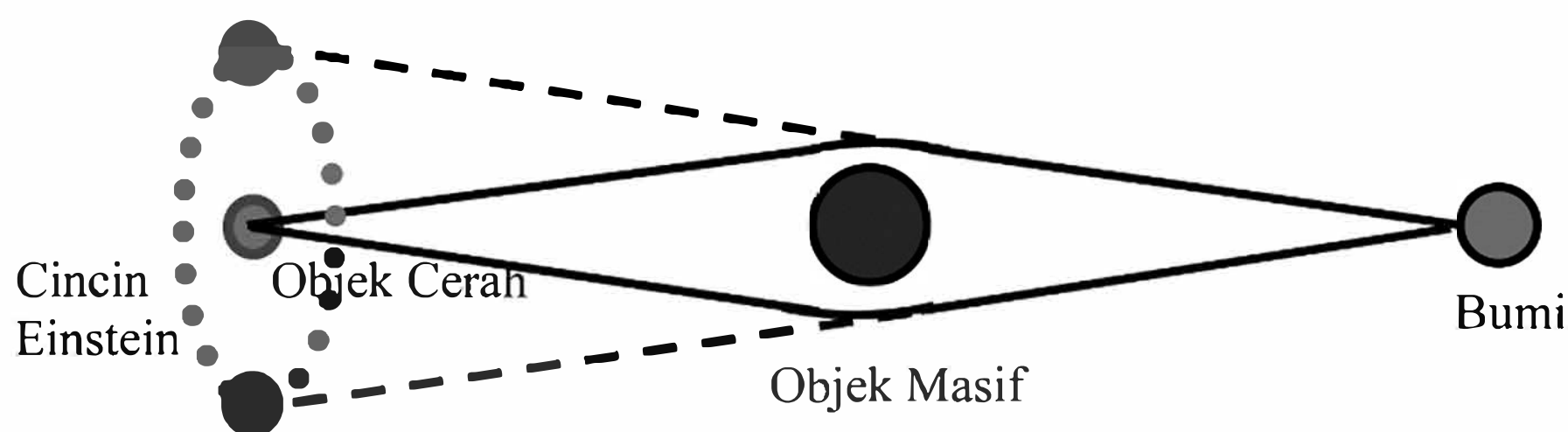
Mengingat Bumi bergerak mengelilingi Matahari, pengujian posisi bintang yang terhalang Matahari masih dapat dilakukan. Pengamatan dilakukan sedikitnya dua kali. *Pertama*, pengamatan ketika siang hari dalam keadaan gelap akibat Gerhana Matahari total. *Kedua*, pengamatan enam bulan kemudian atau sebelumnya bahwa bintang memang berada di posisi seperti ketika teramati pada saat gerhana.

Gambar 9 Posisi Bumi 6 Bulan Setelah Gerhana Matahari Total

Enam bulan setelah atau sebelum gerhana, bagian Bumi yang menghadap Matahari ketika gerhana bergerak membelakanginya sehingga mengalami malam. Oleh karena itu, bintang dapat teramati. Cara inilah yang dilakukan oleh astronom Inggris, Arthur Stanley Eddington, pada 29 Mei 1919 untuk membuktikan prediksi pembelokan lintasan cahaya menurut teori relativitas umum Einstein. Bintang tetap teramati meski di belakang Matahari. Artinya, cahaya berbelok, tidak menabrak Matahari. Dengan demikian diketahui bahwa ruang di sekitar Matahari berstruktur melengkung bagai permukaan wajan.

Struktur ruang dan waktu ternyata sangat unik, tidak hanya datar sebagaimana dikatakan Euclid. Ruang-waktu ternyata juga melengkung. Bukan hanya itu, dimensi ruang-waktu alam semesta tidak hanya

empat, ternyata lebih. Mi'raj mengindikasikan dimensi yang lebih tinggi tersebut. Kekuasaan Sang Pencipta bukan dalam bentuk sulap, dapat membawa Rasulullah Saw. bersama Jibril pergi dari Jazirah Arab sampai di Sidratul Muntaha. Sang Desainer Agung membangun struktur ruang-waktu yang kompleks dan indah.

Prinsip ekuivalensi menyatakan bahwa elevator dipercepat dan elevator yang mengalami gaya gravitasi tidak dapat dibedakan. Ini berarti efek yang sama akan teramati jika elevator berada di daerah dengan medan gravitasi: cahaya dibelokkan. Kita tidak melihat efek tersebut pada cara kerja elevator dalam keseharian kita. Misal, lebar elevator 1,5-2,0 meter, tinggi 2,5 meter, dan percepatan naik ¼ gravitasi Bumi, sehingga efek tersebut juga sangat kecil, yaitu sepersatu juta kali radius atom hidrogen, atom terkecil.

Dalam skala besar, efek tersebut menghasilkan fenomena yang dikenal sebagai Cincin Einstein. Misal, berkas cahaya yang berasal dari bintang jauh merambat menuju Bumi. Cahaya ini bergerak tetapi terhalang benda langit yang sangat masif, seperti Matahari atau objek gelap, maka agar sampai di Bumi, cahaya harus dibelokkan. Andai bintang maupun benda masif yang tidak tembus cahaya berbentuk bola, maka pengamat di Bumi akan melihat bukan bintang aslinya, melainkan cincin bintang-bintang, yang sering disebut Cincin Einstein.

Gambar 10 Cincin Einstein

Teori relativitas umum juga memprediksi adanya pergeseran merah. Perhatikan jam dalam kotak yang bergerak lebih cepat karena diderek ke atas. Jam mengeluarkan sinyal yang bergerak menuju cermin di

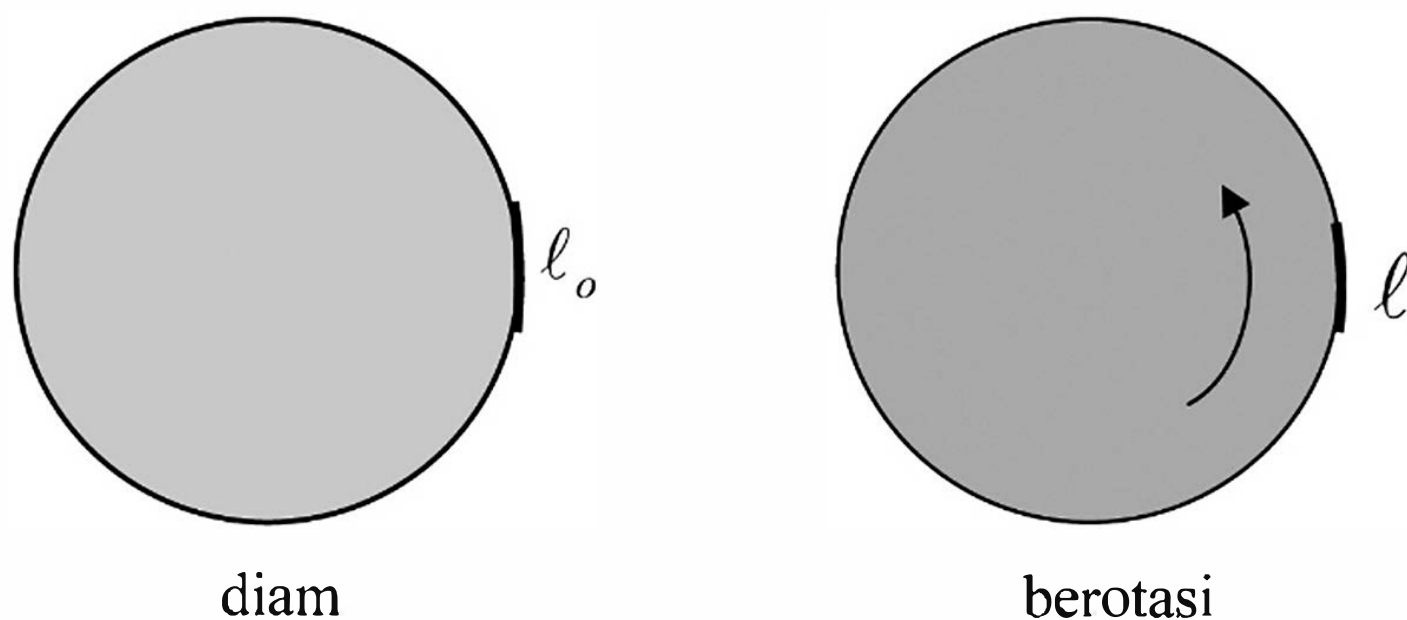
atap kotak. Pada saat yang sama, cermin menjauh dari sinyal dengan laju yang bertambah. Akhirnya, sinyal mencapai cermin, kemudian terpantul dan turun menuju lantai kotak yang bergerak ke atas dengan laju yang juga bertambah.

Jarak total yang ditempuh oleh cahaya dalam kotak dipercepat lebih besar dari dua kali tinggi kotak, yakni jarak yang ditempuh cahaya di dalam kotak diam. Karena cahaya selalu bergerak dengan laju sama, maka waktu yang diperlukan sinyal bergerak bolak-balik dalam kotak dipercepat lebih besar daripada ketika diam. Ini berarti, dengan prinsip ekuivalensi, jam melambat jika terdapat gaya gravitasi. Dengan kata lain, cahaya mengalami pergeseran frekuensi dan dikenal sebagai pergeseran merah gravitasional (*gravitational redshift*).

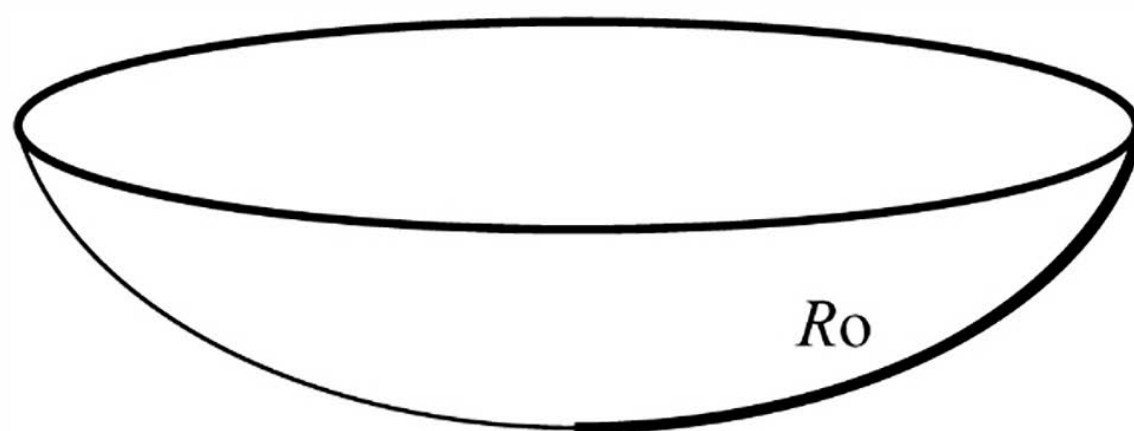
Telah disebutkan sebelumnya bahwa teori relativitas umum adalah teori geometri ruang-waktu bagi gravitasi. Kelengkungan ruang-waktu menyebabkan gravitasi. Ruang dan waktu adalah objek yang mempunyai sifat dipengaruhi oleh materi dan energi, perubahan ruang dan waktu selanjutnya menentukan gerak benda: materi menceritakan bagaimana ruang-waktu melengkung dan ruang-waktu menceritakan bagaimana materi bergerak.

Bayangkan objek yang bergerak di bawah pengaruh gaya gravitasi, tepatnya wilayah ruang hampa di sekitar bintang-bintang. Asumsikan bahwa gaya yang dirasakan adalah tarikan gravitasional bintang-bintang. Oleh karena itu, jika benda, orang, dan hewan memasuki wilayah ini, mereka akan dipercepat dengan cara yang sama. Kita dapat menyatakan bahwa wilayah di ruang tersebut mempunyai sifat yang membangkitkan akselerasi. Artinya, sifat ruang berubah akibat adanya gravitasi. Kita juga telah melihat bahwa laju detak jam berubah di bawah pengaruh gaya gravitasi, ini berarti *gravitasi mengubah sifat ruang dan waktu*.

Kita lihat lebih lanjut pengaruh gravitasi pada ruang dengan meninjau dua cakram identik (misalkan, berjejari R_o), satu diputar serbasama, satu lagi diam. Pada cakram diam, kita ambil bagian kecil dari keliling sisi, yaitu ℓ_o . Bagi cakram yang berotasi pada bagian yang sama akan diukur

dan mempunyai panjang ℓ yang lebih kecil sesuai dengan kontraksi panjang. Karena bagian kecil yang kita tinjau tidak berbeda dengan bagian kecil lain dari keliling, dapat disimpulkan bahwa keliling cakram yang berotasi lebih kecil daripada keliling cakram diam.

Gambar 11 Pengerutan Keliling Lingkaran

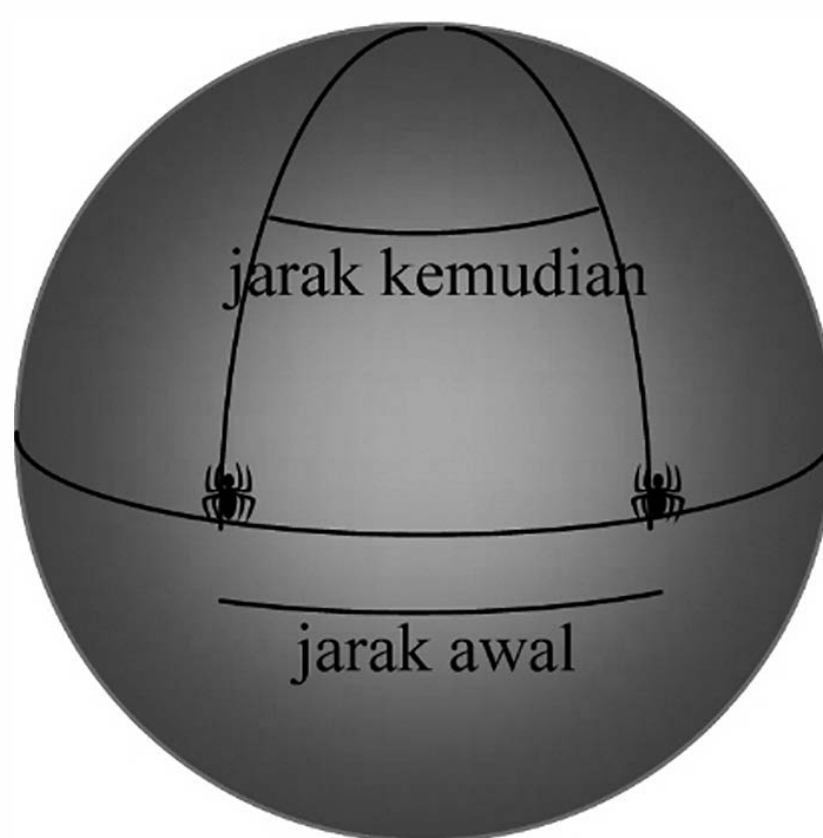
Sekarang, perhatikan jejari cakram. Jejari selalu tegak lurus kecepatan cakram dan tidak terpengaruh oleh rotasi sehingga kedua cakram tetap mempunyai jejari yang sama. Maka, sekarang kita mempunyai satu cakram diam yang mempunyai keliling (2π x jejari) dan satu cakram berotasi dengan keliling kurang dari bilangan tersebut. Bagaimana hal ini dapat terjadi? Jawabnya sangat mengejutkan!

Keliling cakram $2\pi R_o$ diperoleh jika kita menggambar lingkaran pada selembar kertas datar. Sekarang, gambarlah lingkaran dengan jejari R_o pada permukaan bola. Hasilnya, "cakram" akan mempunyai keliling kurang dari $2\pi R_o$, berapa pun jejari cakram diam. Kesimpulan kita, cakram yang berotasi serbasama berperilaku seperti permukaan bola.

Gambar 12 Ruang Melengkung oleh Rotasi

Sekarang kembali pada prinsip ekuivalensi. Salah satu konsekuensinya adalah dengan melakukan eksperimen di wilayah kecil, seseorang tidak dapat membedakan antara gaya gravitasi dan sistem dipercepat. Bila kita menempelkan laboratorium kecil sepanjang ℓ_o pada bagian kecil keliling, eksperimen yang dilakukan di sana tidak dapat menceritakan apakah lab berada di dalam cakram berotasi atau mengalami gaya gravitasional.

Dari argumen-argumen tadi, kita dapatkan:

Gravitasi melengkungkan ruang dan waktu

Sebaliknya, ruang dan waktu lengkung membangkitkan efek yang ekuivalen dengan efek gravitasi. Untuk memvisualisasikan hal ini, bayangkan satu dunia dua dimensi berupa permukaan bola dan segala sesuatu hidup di dalamnya. Perhatikan dua serangga raksasa yang ditakdirkan hidup di dunia tersebut. Keduanya berada di ekuator dan terpisah oleh jarak tertentu, keduanya bergerak dalam arah tegak lurus ekuator.

Gambar 13 Dua Serangga Jatuh ke Pusat Rotasi.

Sebagaimana waktu berjalan, kedua serangga raksasa tersebut juga berjalan dan keduanya akan menjadi lebih dekat dan lebih dekat.

Efek ini serupa dengan eksperimen dua bolpoin yang jatuh menuju Bulan dan jarak keduanya berkurang seiring perjalanan waktu. Maka, kita mempunyai dua deskripsi atas efek yang sama: di satu sisi, gaya gravitasi mendekatkan dua bolpoin; di sisi lain, permukaan lengkung bola membuat dua serangga raksasa mendekat satu dengan lainnya. Secara matematis, kedua efek ini identik. Sebagai kesimpulan, dalam sudut pandang ini, benda-benda bergerak dengan cara yang sesuai, dengan cara ruang dilengkungkan, dan gerak tidak bergantung pada karakteristik mereka, khususnya massa benda.[]

Astronomi

Bumi Melayang di Ruang Angkasa

Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan seperti jalannya awan. Itulah perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh setiap sesuatu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan. (QS Al-Naml [27]: 88)

Jibâlun جبال adalah jamak taksir dari *jabalun* جبل (gunung). *Jamada-yajmudu-jamdan-jumûdan* جَمَدَ – يَجْمُدُ – جَمْدًا – جُمُودً (beku, kikir). *Jumûdun* جُمُودٌ (tidak bergerak, kolot). *Jâmidun-jâmidatun* جَامِدَةٌ – جَامِدٌ (yang beku, yang keras, yang kikir, yang tidak bergerak). *Marra-yamurru-marran* مَرَّ- يَمُرُّ- مَرًّا (berlalu, lewat, pergi). *Sa<u>h</u>âbun* سَحَابُ dengan jamak taksir *su<u>h</u>ubun* سُحُبٌ (awan).

Al-Quran menyatakan dugaan kita, "Engkau kira gunung-gunung itu diam" تحسبهاجامدة. Al-Quran meralat dugaan kita tersebut, bahwa gunung itu bergerak وهي تمر. Informasi yang tidak kalah menarik adalah keterangan geraknya yang seperti gerak awan مرالسحاب.

Ayat ini tentu sulit dipahami, terlebih empat belas abad silam. Pandangan tentang jagat raya yang dipercaya saat itu adalah pandangan Aristotelian-Ptolemaenik yang menyebutkan bahwa Bumi adalah pusat jagat raya. Bumi dan isinya diam. Mereka dikelilingi oleh benda-benda langit, seperti Bulan, planet-planet, Matahari, dan bintang-bintang.

Setiap orang tahu bahwa gunung adalah bagian Bumi yang menonjol dan menjulang tinggi serta selalu tetap di tempatnya. Jabal Dakah mempunyai ketinggian 2.585 m dan merupakan gunung tertinggi kedua di Arab Saudi, setelah Jabal Sawda'. Sejak Al-Quran diturunkan

Gambar 1 Gunung Fuji
sumber: interestingworldfacts.com

sampai saat ini, Jabal Dakah berada di posisi 40º17’34” bujur timur dan 21º5’38” lintang utara di Provinsi Mintaqad, Makkah. Demikian juga Gunung Fuji yang terkenal. Sejak zaman Jomon (14000 SM-300 SM), zaman Yayoi (300 SM-250 M), zaman Nara, zaman Edo, sampai dengan masa modern Kekaisaran Heisei, Gunung Fuji tetap berada di Jepang, tepatnya di sebelah barat Tokyo, di wilayah Shizuoka dan Yamanashi.

Gunung Merapi yang meletus pada 2010 mempunyai puncak setinggi 2.968 m, kakinya dikelilingi Kabupaten Boyolali, Klaten, Magelang, dan Sleman. Gunung ini juga tidak pernah pindah ke daerah lain, tetap berdiam di daerah ini sejak 8.000 tahun lalu.

Gambar 2 Gunung Merapi
sumber: interestingworldfacts.com

Gunung-gunung berdiri tegak di tempatnya, tanpa tanda-

tanda adanya perpindahan. Lalu, bagaimana mungkin objek yang terpancang kokoh dan menyatu dengan Bumi ini disebutkan bergerak bagai awan? Apakah gerak gunung juga terkait dengan kecepatan dan tempat awan bergerak?

Fakta gunung-gunung tetap terpancang di tempatnya tentu juga dirasakan oleh umat ketika Al-Quran diturunkan. Artinya, tidak mungkin gunung bergerak dengan kecepatan awan. Gunung pun juga tidak mungkin melayang di udara karena kekokohannya terpancang di Bumi. Buntu.

Akan tetapi, Al-Quran itu pasti dan selalu benar. Redaksi Surah Al-Naml (27): 88 pun relatif gamblang, bukan kalimat bersayap. Setiap gunung bergerak bagai gerakan awan. Menurut kerangka berpikir Aristotelian-Ptolemaenik, jagat raya dan benda-benda langit mengelilingi Bumi yang diam. Bumi tidak bergerak, gunung-gunung pun tetap di tempatnya.

Kerangka berpikir Aristotelian-Ptolemaenik ini sesuai dengan apa yang dirasakan manusia pada umumnya. Matahari bergerak, terbit di timur, lalu bergerak naik sedikit demi sedikit sampai di puncak; kemudian bergerak turun juga sedikit demi sedikit, lalu tenggelam di barat. Demikian juga Bulan pada malam hari, bergerak dari timur ke barat. Bumi tidak bergerak dan kita tinggal di permukaannya. Namun, perasaan ini ternyata tidak sesuai dengan pernyataan Al-Quran.

Karena Al-Quran pasti benar, yang harus dikoreksi adalah pemahaman dan kerangka berpikir kita. Gunung-gunung terpancang kokoh. Posisinya di Bumi relatif tidak berubah dalam kurun waktu ratusan, bahkan ribuan tahun. Jika gunung-gunung bergerak bagai awan, sedangkan posisi mereka relatif tetap, berarti Bumilah yang harus bergerak sedemikian rupa hingga gunung bergerak bagai awan—pada saat yang sama, posisinya relatif tetap. Jadi, Bumi tidak diam, tetapi bergerak. Jelas, ini adalah revolusi pemikiran, menentang dan mendobrak kerangka berpikir lama. Artinya, Al-Quran mendorong suatu revolusi pemikiran.

Bumi bergerak, Bumi melayang. Jika memang demikian, mengapa kita tidak merasakannya? Orang zaman sekarang mempunyai analogi

Gambar 3 Pesawat Udara

yang pas. Orang yang pernah naik pesawat pasti tahu bagaimana berada di ketinggian sekitar 10 km dan bergerak dengan laju sekitar 800 km per jam. Para penumpang dapat melihat awan melalui jendela pesawat yang berukuran sekitar 20x25 cm^2. Dengan begitu, penumpang merasa pesawat diam, tidak bergerak. Bila langit cerah tanpa awan, pesawat pun terasa tenang tanpa guncangan sedikit pun, hanya terdengar getar halus mesin. Bila jendela ditutup, penumpang akan merasakan bahwa pesawat benar-benar diam.

Namun, ketika mendarat, meskipun kecepatan pesawat telah jauh dikurangi, pesawat terasa bergerak dengan sangat cepat. Penumpang dapat melihat rumput dan berbagai tanda di bandara berlalu dengan sangat cepat. Selain itu, ketika penumpang di dalam pesawat merasa bahwa pesawatnya diam tidak bergerak, orang-orang di Bumi melihat bahwa pesawat bergerak.

Ukuran Bumi jauh lebih besar daripada pesawat apa pun. Oleh karena itu, meskipun Bumi bergerak dengan sangat cepat, penghuni Bumi tidak merasakannya. Lapisan udara di sekitar Bumi berperan seperti badan pesawat yang melindungi penumpang dari udara luar.

Bumi melayang adalah gagasan utama Surah Al-Naml (27): 88. Yang harus segera dirumuskan adalah bagaimana Bumi melayang. Bergerak dari dan ke mana? Al-Quran tidak memuat perinciannya karena hal itu tugas para cerdik pandai, *qaumun ya'qilûn*, untuk mengungkapkannya.[]

Dua Timur, Dua Barat

Tuhan yang memelihara dua tempat terbit matahari dan Tuhan yang memelihara dua tempat terbenam. (QS Al-Rahmân [55]: 17)

Dalam Al-Quran terdapat delapan ayat dengan kata *masyriq* مشرق. Tujuh di antaranya berpasangan dengan *maghrib* مغرب, hanya satu ayat tanpa pasangan *maghrib*. Kata *masyriq* muncul dalam bentuk *isim* tunggal, dua, dan jamak. Ketika berpasangan, kata *masyriq* selalu muncul lebih dulu dari *maghrib*.

Tuhan timur dan barat, tiada Tuhan melainkan Dia, maka jadikanlah Dia sebagai Pelindung. (QS Al-Muzzammil [73]: 9)

Musa berkata, "Tuhan yang menguasai timur dan barat dan apa yang ada di antara keduanya, jika kamu berpikir." (QS Al-Syu'arâ' [26]: 28)

Maka, Aku bersumpah dengan Tuhan timur dan barat. Sesungguhnya Kami benar-benar Mahakuasa. (QS Al-Ma'ârij [70]: 40)

Pada ketiga ayat tadi, *masyriq* dan *maghrib* menempati posisi sebagai *mudhaf ilaih* dan dihubungkan dengan *huruf 'athaf* حرف عطف, yaitu *wawu* و. *Mudhaf*-nya adalah *rabbun J arbâbun* رَبٌّ ج أَرْبَابٌ yang merupakan *isim mashdar*, yaitu *rabba-yarubbu-rabban* رَبَّ – يَرُبُّ – رَبًّا (mengasuh, memimpin). *Rabbun* berarti Tuhan, tuan, yang mengasuh, yang memelihara, atau yang memiliki.

Masyriq dan *maghrib* adalah *isim* waktu dan tempat إسم الزمان و المكان. *Pertama*, *masyriqun J masyâriqun* مشرق ج مشارق dari *syaraqa-yasyruqu-syarqan-syurûqan* شرق – يشرق – شرقا – شروقا (terbit); *masyriqun* berarti tempat atau waktu terbit. *Kedua*, *maghribun J maghâribun* مغرب ج مغارب dari *gharaba-yaghribu-ghurûban* غرب – يغرب – غروبا (terbenam, tenggelam, lenyap); *maghribun* berarti tempat dan waktu terbenam Matahari. Sebagai *isim* waktu, *masyriqun* berarti waktu fajar, sedangkan *maghribun* berarti saat maghrib. Sebagai *isim* tempat, *masyriqun* berarti timur, sedangkan *maghribun* berarti barat atau nama negeri di Benua Afrika, Maghribi.

Dengan demikian, رب المشرق و المغرب dapat diartikan sebagai Tuhan penjaga fajar dan maghrib, Tuhan pemelihara tempat terbit dan tempat terbenam Matahari, atau Tuhan timur dan barat. Pemahaman pemilik waktu atau tempat terbit dan terbenam muncul dua kali secara eksplisit.

وَلِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ فَأَيْنَمَا تُوَلُّوا فَثَمَّ وَجْهُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ وَاسِعٌ عَلِيمٌ ﴿١١٥﴾

Dan milik Allah timur dan barat. Ke mana pun kamu menghadap, di sanalah wajah Allah. Sungguh, Allah Mahaluas, Maha Mengetahui. (QS Al-Baqarah [2]: 115)

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّاهُمْ عَنْ قِبْلَتِهِمُ الَّتِي كَانُوا عَلَيْهَا قُلْ لِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ يَهْدِي مَنْ يَشَاءُ إِلَى صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ ﴿١٤٢﴾

Orang-orang yang kurang akal di antara manusia akan berkata, "Apakah yang memalingkan mereka (Muslim) dari kiblat yang dahulu mereka (berkiblat) kepada-

nya?" Katakanlah (Muhammad), "Milik Allah-lah timur dan barat; Dia memberi petunjuk kepada siapa yang Dia kehendaki ke jalan yang lurus." (QS Al-Baqarah [2]: 142)

Yang perlu diperhatikan adalah *masyriq* selalu dipasangkan dengan *maghrib*, dengan redaksi *masyriq* disebut terlebih dahulu dibandingkan dengan *maghrib*. Kenyataan ini meneguhkan alur kehidupan dan aktivitas manusia secara umum, yaitu dimulai saat bangun tidur di kisaran Matahari terbit sampai saat manusia bersiap istirahat pada waktu maghrib, bukan sebaliknya.

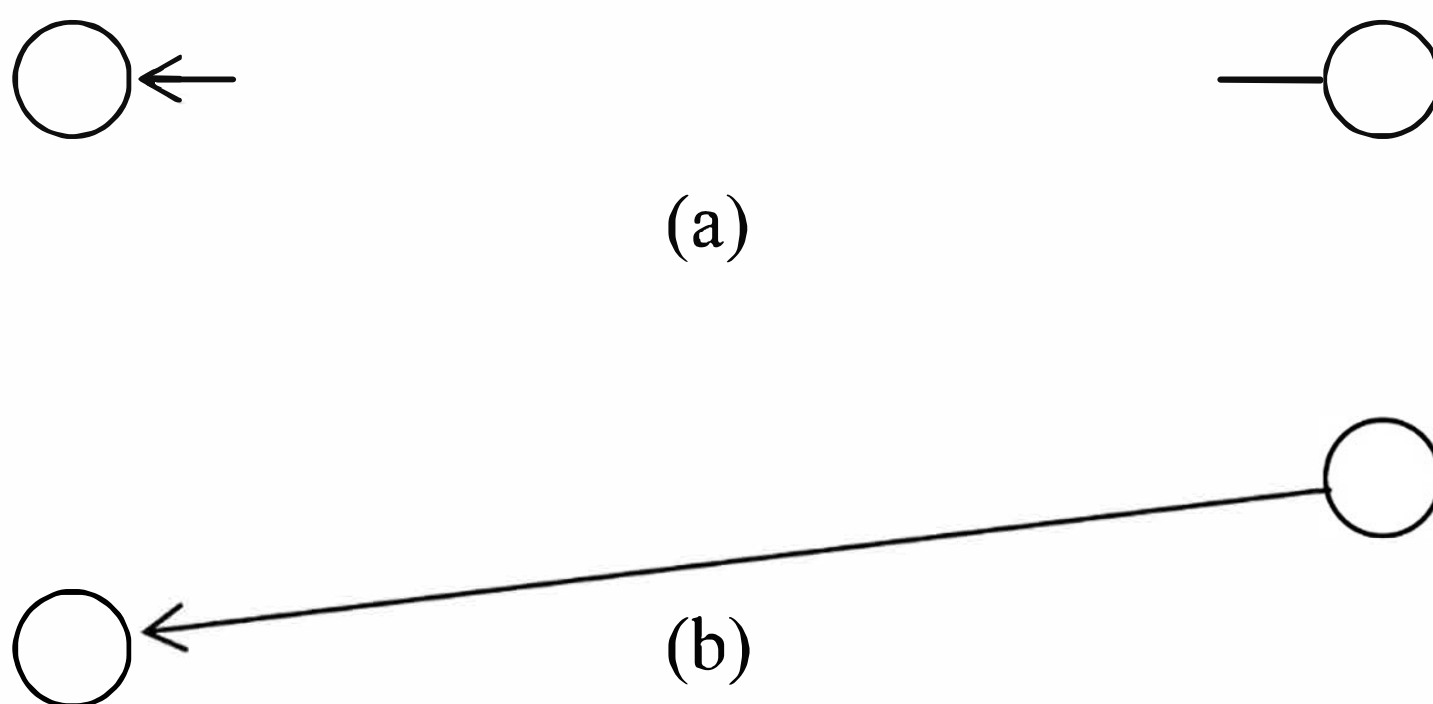
Kemunculan Matahari menandai awal waktu yang disebut siang hari dan diakhiri saat terbenamnya. Siang dan malam membentuk siklus, tetapi dalam kasus ini alur waktu siang memperoleh perhatian khusus. Pemahaman ini diisyaratkan oleh Surah Al-Syu'arâ' (26): 28, ada sesuatu antara *masyriq* dan *maghrib* bagi orang yang berpikir. Apakah itu?

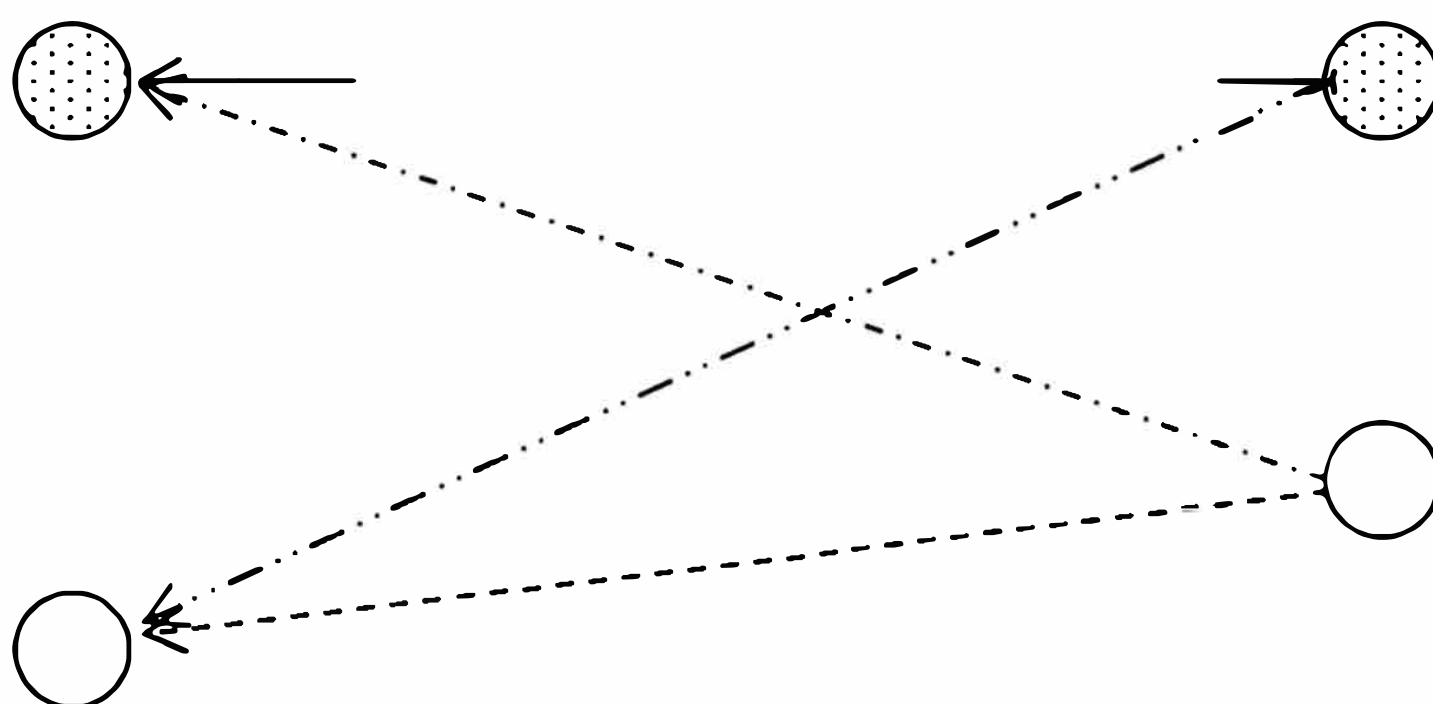
Masyriq (timur) dan *maghrib* (barat) telah menjadi hal yang lumrah bagi kebanyakan orang. Tidak ada yang istimewa. Namun, Al-Quran menyentak kesadaran kita melalui Surah Al-Ra<u>h</u>mân (55): 17 yang tidak menggunakan redaksi *masyriq* dan *maghrib*. *Masyriq* dan *maghrib* terpisah, tetapi masih sebagai *mudhaf ilaih* dan tidak berbentuk *isim* tunggal, melainkan *isim* dua: *al-masyriqaini* المشرقين (dua tempat terbit atau dua timur) dan *al-maghribaini* المغربين (dua tempat terbenam atau dua barat). Dengan demikian, Surah Al-Ra<u>h</u>mân (55): 17 juga dapat diartikan "Tuhan dua timur dan Tuhan dua barat".

Apa itu dua tempat terbit (dua timur) dan dua tempat terbenam (dua barat)? Dalam ayat lain, *masyriq* tidak muncul berpasangan dengan *maghrib* dan muncul dalam bentuk jamak (taksir) *masyâriq*.

Tuhan langit dan bumi dan apa yang berada di antara keduanya, dan Tuhan tempat-tempat terbitnya matahari. (QS Al-Shâffât [37]: 5)

Menariknya, selain muncul dalam bentuk jamak dan tidak berpasangan, ayat ini didahului oleh langit, Bumi, dan sesuatu di antara keduanya. Artinya, ada kaitan antara tempat dan waktu terbit Matahari dengan Bumi, langit, dan isinya.

Dalam redaksi *isim* tunggal, *masyriq* dan *maghrib* dapat dipahami sebagai hubungan satu-satu antara tempat terbit dan tempat terbenam Matahari, tidak peduli posisi terbit dan terbenam di mana, akan memberi arah timur-barat tunggal dan tertentu.

Gambar 1 Arah Timur-Barat Tunggal

Namun, keadaan menjadi lain bila digunakan redaksi *isim* dua atau jamak berpasangan, arah timur-barat menjadi tidak menentu. Banyak pilihan arah timur-barat seperti gambar berikut.

Gambar 2 Kemungkinan Arah Empat Arah Timur-Barat

Arab Saudi mengalami musim panas dan musim dingin. Pemahaman masyarakat Arab, *masyriqaini* dan *maghribaini* adalah dua tempat terbit dan terbenam Matahari pada waktu musim panas dan musim dingin.

Gambar 3 Arah Timur-Barat yang Sama

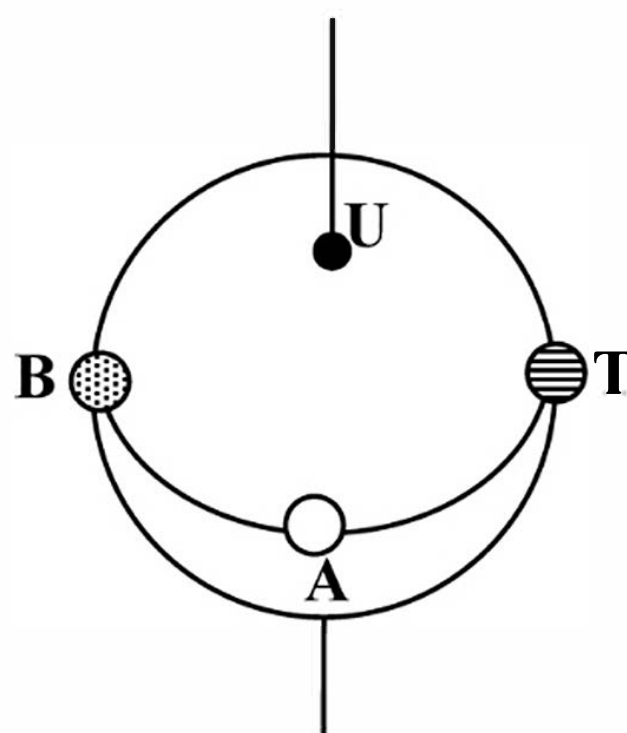
Negeri yang tidak mempunyai musim panas dan musim dingin seperti Indonesia tetap dapat memaknai dua tempat terbit dan dua tempat terbenam dengan memperhatikan bayangan benda. Pada satu waktu, bayangan tubuh kita berada di selatan, pada waktu yang lain berada di utara diri kita. Artinya, tempat terbit dan lintasan Matahari ada dua, yaitu di utara dan di selatan, demikian pula tempat terbenamnya. Bayangan benda memberi petunjuk posisi Matahari.

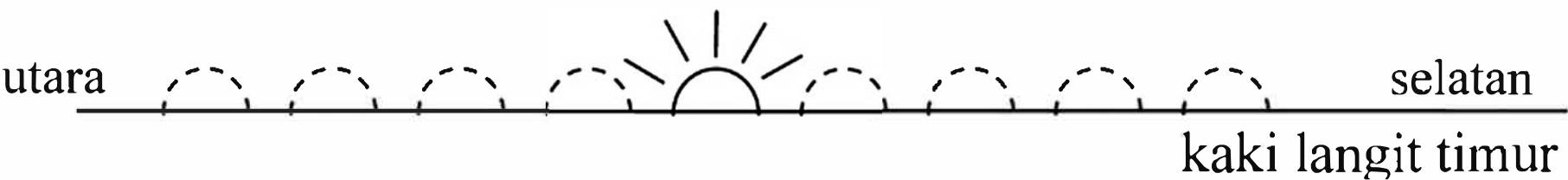
Apakah kamu tidak memperhatikan bagaimana Tuhanmu memanjangkan bayang-bayang dan kalau Dia menghendaki, niscaya Dia jadikan bayang-bayang itu tetap, kemudian Kami jadikan matahari sebagai petunjuk atas bayang-bayang itu. Kemudian Kami menarik bayang-bayang itu kepada Kami dengan tarikan sedikit demi sedikit. (QS Al-Furqân [25]: 45-46)

Zhillun ظلّ (naungan, bayangan); *madda* مدّ (mengembangkan, memanjangkan); *dalîlun* دليل dengan jamak taksir *dalâ'il-adillah* دلائل – أدلة

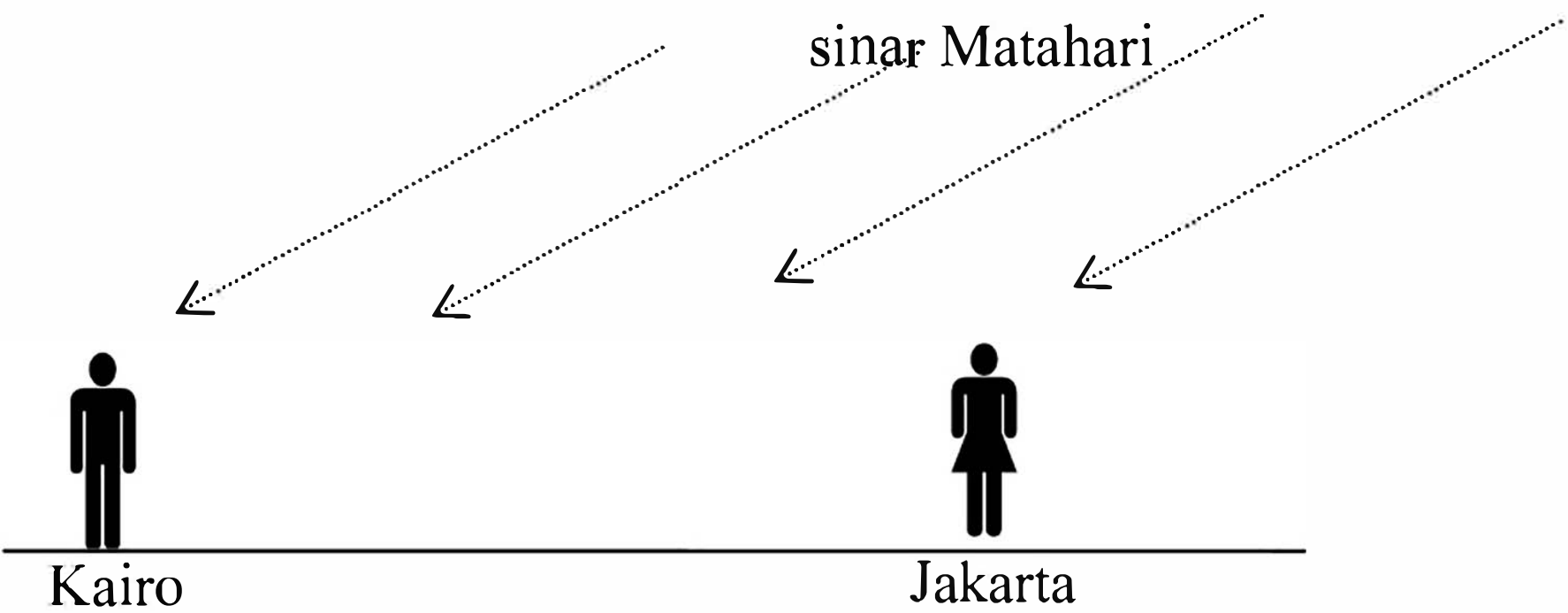
(dalil, alasan, petunjuk). *Qabadha-yaqbidhu-qabdhan* قبض – يقبض – قبضا (menggenggam, mengambil); *yasîrun* يسير (yang mudah, yang sedikit).

Madda al-zhilla berarti memanjangkan bayangan, dan atas fenomena ini Matahari menjadi petunjuk bagi keberadaan bayangan tersebut. Cahaya Matahari memungkinkan terbentuknya bayangan dan posisi Matahari menentukan posisi bayangan suatu objek. Sejak pertengahan hari, bayangan benda memanjang ke sebelah timur. Ketika Matahari terbenam, bayangan menghilang.

Dua timur dan dua barat juga dapat menuntun pada pemahaman bahwa Bumi berbentuk bundar. Orang di A melihat B berada di sebelah baratnya dan T di sebelah timurnya. Jika orang di A pergi ke arah barat, suatu ketika sampai di B; dan jika terus bergerak ke barat, suatu ketika sampai di T. Sebaliknya, orang di A yang bergerak ke arah timur, suatu ketika sampai di T dan berikutnya di B. Jadi, B adalah barat, tetapi suatu ketika sebagai timur; sebaliknya T adalah timur, tetapi bisa menjadi barat. Artinya, B adalah barat sekaligus timur, sedangkan T adalah timur sekaligus barat. Terdapat dua timur dan dua barat di Bumi yang bundar.

Gambar 4 Timur-Barat di Bumi

Masyâriq dapat diartikan sebagai sejumlah tempat terbit, tepatnya banyak tempat di antara dua tempat terbit pada musim panas dan musim dingin. Matahari terbit dari arah timur, tetapi tidak di satu tempat, selalu bergeser dari utara ke selatan, kemudian dari selatan ke utara. Demikian yang kita lihat selama ini.

Gambar 5 Banyak Tempat Matahari Terbit

Masyâriq yang dimaknai sebagai sejumlah tempat, tidak merujuk pada bentuk Bumi yang spesifik, dapat berlaku pada bentuk bundar maupun datar. Namun, *masyâriq* sebagai banyak waktu terbit tidak dipahami jika Bumi berbentuk datar. Jarak Bumi-Matahari sangat jauh, lebih jauh dibandingkan dengan jarak antartempat di muka Bumi. Kenyataan ini dapat dirasakan, misal, jika seseorang mengendarai mobil ke arah timur atau barat pada malam hari ketika Bulan purnama. Bulan seolah ikut bergerak searah dengan gerak mobil dan menyebabkan posisi Bulan tidak berubah. Sudut posisi Bulan relatif tidak berubah.

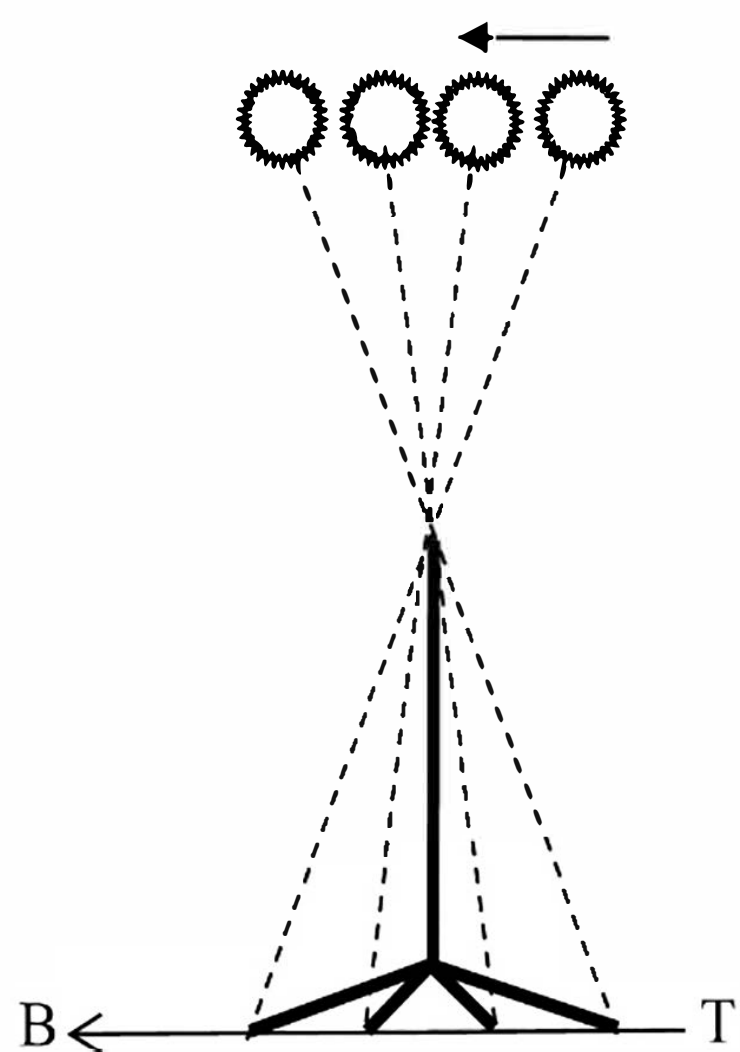
Jarak Matahari-Bumi serupa dengan jarak Bulan-Bumi, bahkan jauh lebih besar. Akibatnya, Matahari akan tampak dengan sudut sama dari berbagai tempat pada waktu yang sama. Jika satu daerah melihat Matahari terbit, daerah lain pun akan melihat hal yang sama. Orang di Jakarta akan melihat Matahari terbit pada saat yang sama dengan orang di Kairo. Artinya, hanya ada satu waktu matahari terbit, *masyriq* bukan *masyâriq*.

Gambar 6 Sinar Matahari pada Bumi Datar

Namun, Al-Quran menyebutkan *masyâriq,* banyak waktu terbit. Kenyataannya memang demikian, Matahari terbit di Jakarta pada waktu yang berbeda dengan Kairo. Ketika Matahari terbit di Jakarta, Kairo masih malam. Sedangkan ketika Matahari terbit di Kairo, Jakarta sudah tengah hari.

Timur-barat merupakan arah tertentu, bukan sembarang arah yang bisa ditentukan oleh setiap orang. Keduanya terkait dengan posisi Matahari. Artinya, arah timur-barat ditentukan oleh posisi relatif Matahari terhadap Bumi. Matahari adalah benda langit yang jauh dari Bumi, yang tidak dapat diukur langsung, kecuali melalui efeknya, seperti bayangan benda yang ditimbulkan akibat cahaya Matahari.

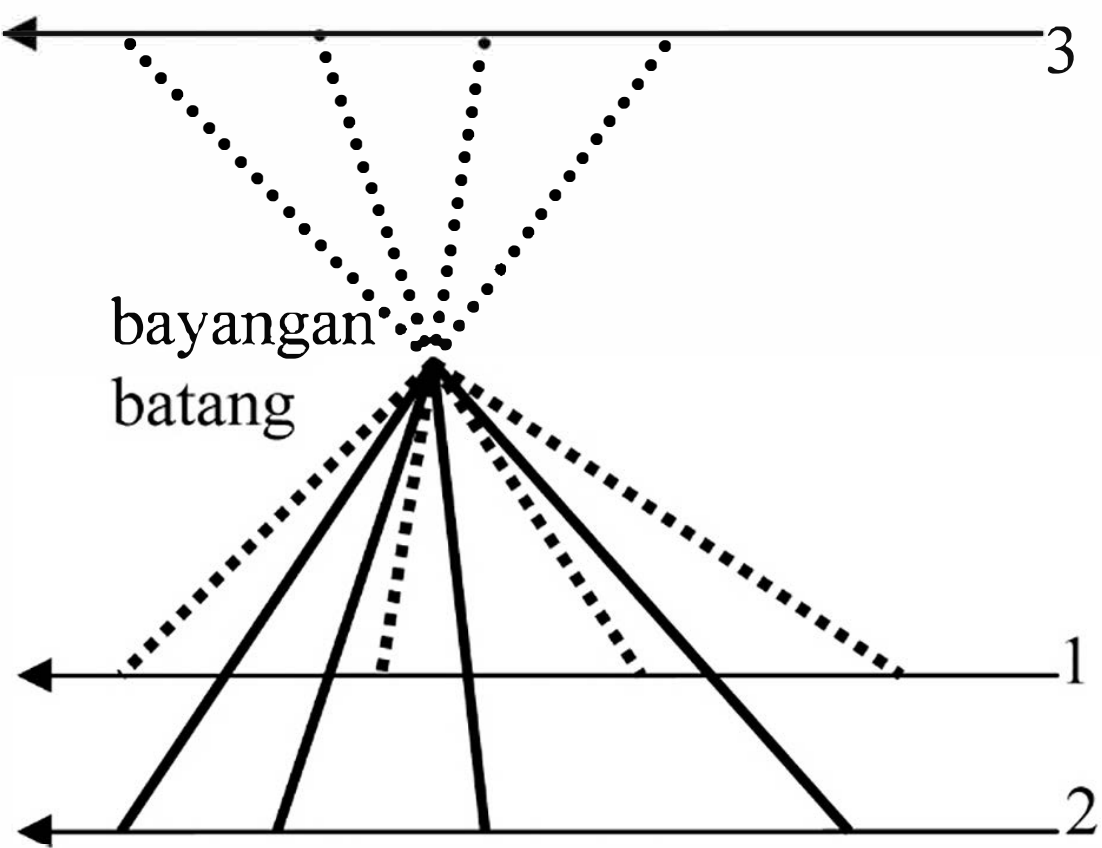
Matahari menjadi petunjuk bagi penentuan arah timur-barat. *Pertama*, timur terkait dengan posisi terbit Matahari, sedangkan barat terkait dengan posisi terbenamnya. *Kedua*, kita gunakan hubungan *masyriq* dan *maghrib* pada hari yang sama, bukan pada hari yang berlainan, lalu keduanya dihubungkan oleh satu garis.

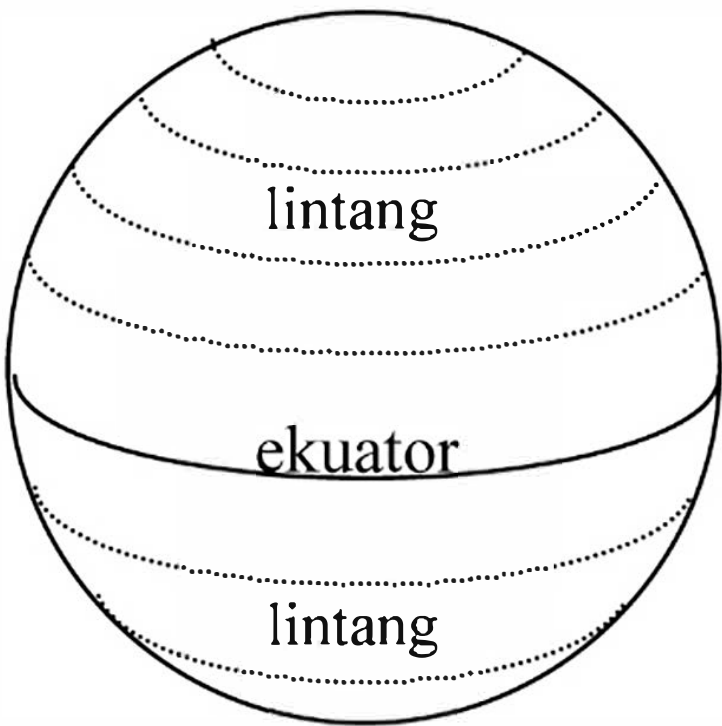
Secara praksis, penentuan arah timur-barat dilakukan dengan menggunakan tongkat atau batang tegak lurus yang dikenal dengan tongkat istiwak. Penentuan arah dengan metode ini pada prinsipnya merupakan pemanfaatan bayangan yang dibentuk sinar Matahari. Metode ini dilakukan dengan menggunakan satu tongkat lurus di tempat terbuka ketika udara cerah dan (dapat) dilakukan kapan saja. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Mencari permukaan datar dan rata.
2. Menancapkan tongkat tegak lurus pada permukaan tersebut.
3. Mengamati dan menandai bayangan ujung tongkat beberapa kali. Selang waktu penentuan bayangan dapat

Gambar 7 Garis Arah Timur-Barat

sembarang, misalnya, setiap sepuluh, lima belas, dua puluh, atau tiga puluh menit.

4. Menarik garis lurus yang melalui titik-titik tersebut.
5. Garis ini menyatakan arah timur-barat.

Penentuan arah timur-barat ini dapat dilakukan pada hari yang berbeda, tetapi dengan prosedur atau langkah yang sama. Hasilnya adalah garis yang berbeda, tetapi garis ini akan sejajar dengan garis yang telah diperoleh sebelumnya.

Gambar 8 Garis Timur-Barat pada Hari Berbeda Tampak dari Atas

Garis-garis timur-barat ini pada peta bola dunia, tepatnya bola Bumi, menggambarkan garis-garis lintang. Garis ekuator dijadikan acuan sebagai garis lintang nol. Selanjutnya dibuat garis-garis lintang di utara ekuator, yakni lintang positif, dan lintang di sebelah selatan ekuator atau lintang negatif.

Gambar 9 Ekuator dan Lintang

Shalat di Permukaan Bola Bumi

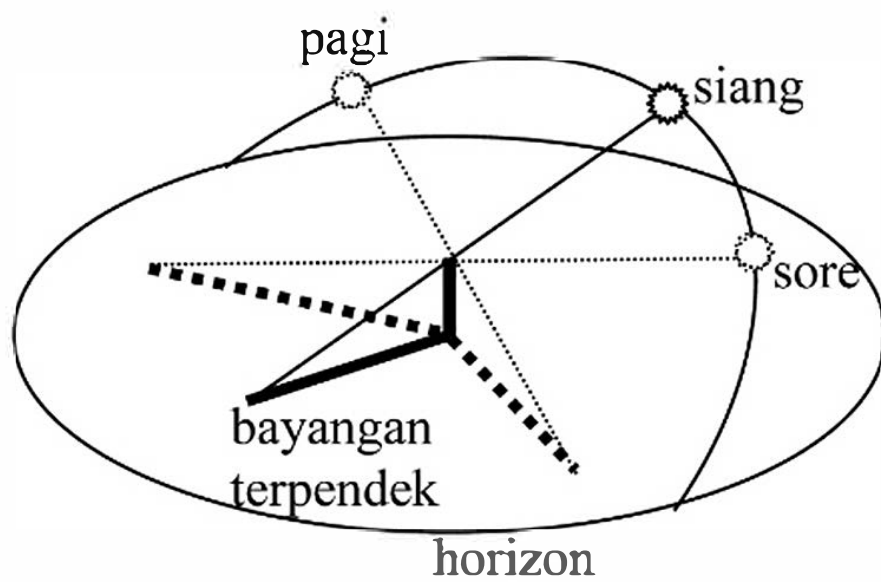
وَمَا قَدَرُوا اللّٰهَ حَقَّ قَدْرِهٖ ۖ وَالْاَرْضُ جَمِيْعًا قَبْضَتُهٗ يَوْمَ الْقِيٰمَةِ وَالسَّمٰوٰتُ مَطْوِيّٰتٌۢ بِيَمِيْنِهٖ ۗ سُبْحٰنَهٗ وَتَعٰلٰى عَمَّا يُشْرِكُوْنَ ۝٦٧

Dan mereka tidak mengagungkan Allah dengan pengagungan yang benar, padahal bumi seluruhnya dalam genggaman-Nya pada Hari Kiamat dan langit digulung dengan tangan kanan-Nya. Mahasuci dan Mahatinggi Dia dari apa yang mereka persekutukan. (QS Al-Zumar [39]: 67)

وَلِلّٰهِ يَسْجُدُ مَنْ فِى السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ طَوْعًا وَّكَرْهًا وَّظِلٰلُهُمْ بِالْغُدُوِّ وَالْاٰصَالِ ۝١٥

Dan kepada Allah bersujud semua yang di langit dan di bumi, baik dengan kemauan sendiri ataupun terpaksa, dan demikian pula bayang-bayang mereka di waktu-waktu pagi dan waktu-waktu petang. (QS Al-Ra'd [13]: 15)

Qadara-yaqduru-qadran wa qadaran قدر – يقدر – قدرو قدرا (mengagungkan, memuliakan). *Qabdhan* قبض *mashdar qabadha* (genggaman). *Zhilâlun* ظلال jamak taksir dari *zhillun* ظلّ (bayangan); *ghuduwwun* غدو adalah jamak taksir dari *ghudwatun* غدوة (pagi hari). Sedangkan *ashâlu* أصال adalah jamak taksir dari *ashîlun* أصيل (waktu sore).

Analisis terdahulu melahirkan simpulan bahwa Bumi berbentuk bundar. Di tangan Allah, Bumi yang sangat besar ini cuma segenggamannya dan dapat digulung dengan mudah pada Hari Kiamat. Kalimat ini memperlihatkan kebesaran dan kekuasaan Allah. Sebaliknya, bagi manusia, Bumi adalah tempat tinggal yang sangat besar yang dihuni oleh seluruh manusia.

Gambar 1 Bayangan Waktu Siang

Surah Al-Ra'd (13): 15 menyatakan bahwa siapa saja yang di langit dan di Bumi, termasuk bayangan, bersujud kepada Allah. Menariknya, bayangan ini diberi penekanan saat pagi dan sore, tanpa siang, dan dalam bentuk jamak, bukan tunggal. "Pagi" dalam kalimat ini dapat kita artikan waktu sejak Matahari terbit sampai posisi Matahari tertinggi. Sebaliknya, "sore" kita artikan sebagai waktu setelah Matahari bergeser dari titik tertingginya sampai terbenam.

Saat langit cerah tanpa awan pada pagi dan sore, setiap benda akan selalu mempunyai bayangan, tetapi tidak demikian pada siang hari, yakni ketika Matahari berada pada posisi tertinggi. Secara umum, benda juga mempunyai bayangan pada siang hari, yakni bayangan terpendek pada hari tersebut. Namun, pada waktu tertentu, hanya dua kali dalam satu tahun, suatu benda tidak mempunyai bayangan pada siang hari karena bayangannya berimpit dengan benda bersangkutan.

Tidak disebutnya bayangan pada siang hari ini bukan berarti pengabaian, melainkan pengecualian. Ketika objek tidak mempunyai bayangan, berarti Matahari berada tepat di atas objek tersebut. Pada saat inilah hari dalam kondisi paling terang, paling jelas, *tajalla.*

Demi siang apabila terang benderang. (QS Al-Lail [92]: 2)

Ketika Matahari berada pada posisi tertinggi, waktu shalat Zhuhur di tempat bersangkutan telah dimulai.

Laksanakanlah shalat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula sha-

lat) Shubuh. Sungguh, shalat Shubuh itu disaksikan (oleh malaikat). (QS Al-Isrâ' [17]: 78)

Dalaka-dulûkan دلوكا – دلك (cenderung, tergelincir); *ghasaqun* غسق (gelap, permulaan malam). Cenderung dan tergelincir menggambarkan keadaan kritis di posisi puncak, yang sesaat kemudian bergeser atau tergelincir ke barat. Titik tertinggi, tepat berada di atas kepala, disebut zenit. Saat seseorang atau benda tidak mempunyai bayangan, berarti Matahari tepat berada di zenit orang tersebut.

Ketika Matahari tepat berada di atas Ka'bah, Ka'bah tidak mempunyai bayangan dan di Masjidil Haram masuk waktu zhuhur. Dalam keadaan ini, Matahari memberi petunjuk arah kiblat bagi tempat-tempat lain. Tepatnya, bayangan tongkat tegak lurus pada permukaan datar di suatu daerah tertentu menjadi arah kiblat bagi daerah tersebut.

Gambar 2 Matahari di Zenit

Posisi Ka'bah (39°49'33,57" T, 21°25'21,06" U) sehingga posisi Matahari di zenit Ka'bah juga (39°49'33,57" T, 21°25'21,06" U). Posisi Matahari seperti ini terjadi dua kali dalam satu tahun, 27 atau 28 Mei dan 15 atau 16 Juli. Sebagai contoh, pada 2008 lalu, daerah-daerah di Pulau Jawa dapat menentukan arah kiblat langsung dari bayangan tongkat pada 27 Mei pukul 16:18 WIB dan 15 Juli pukul 16:27 WIB.

Matahari di zenit suatu daerah juga dapat digunakan untuk menentukan ukuran atau diameter Bumi. Itulah yang dilakukan Eratosthenes (276-195 SM), filsuf se-

Gambar 3 Bayangan Identik Arah Kiblat

kaligus astronom kelahiran Cyrene (sekarang Sabha, Libia), 800 tahun sebelum Al-Quran turun. Eratosthenes adalah orang yang percaya bahwa Bumi bundar. Ia mengetahuinya saat Matahari di atas zenit Kota Syene (sekarang Aswan) serta jarak Syene-Alexandria (Iskandariyah), keduanya di Mesir.

Gambar 4 Penentuan Bayangan di Alexandria

Eratosthenes bekerja di perpustakaan Alexandria. Pada libur musim panas di Syene, ia mencatat cahaya Matahari jatuh tegak lurus yang berarti Matahari tepat berada di atas kepala. Pada tanggal yang sama tahun berikutnya, ia melakukan pengamatan bayangan tongkat di Alexandria, kota yang berada di utara Syene. Dari bayangan ini, Eratosthenes mencatat bahwa Matahari berada sekitar 7° di sebelah selatan arah kepala. Karena keliling Bumi 360°, ia menyimpulkan bahwa jarak dari Syene ke Alexandria adalah 7/360 kali keliling Bumi.

Dari Gambar 5 tampak bahwa sinar Matahari sejajar dengan arah zenit Syene. Sinar ini mengenai tongkat di Alexandria dan membentuk bayangan seperti Gambar 4. Sudut tongkat dan sinar ujung bayangan akan sama dengan sudut Syene, pusat Bumi dan Alexandria.

Pada waktu itu, perjalanan antara Kota Syene dan Alexandria ditempuh dalam 50 hari dengan mengendarai unta. Rata-rata unta menempuh sekitar 100 stadia per hari sehingga jarak kedua kota adalah 5.000 stadia. Stadia adalah satuan kuno untuk menyatakan jarak, setara dengan ¼ km. Dengan demikian, Eratosthenes mencatat keliling Bumi adalah 360/7 x 5000 = 250.000 stadia atau sekitar 42.500 km, mendekati nilai yang ditetapkan saat ini, yaitu 40.030 km. Ke-

Gambar 5 Geometri bagi Jarak Syene-Alexandria

liling dibagi 2π diperoleh radius Bumi sekitar 6.800 km (saat ini ditetapkan 6.340 km).

Pro dan kontra terus bermunculan setelah dinyatakan gagasan Bumi bundar. Masalah pertama lahir pada umat Islam yang jauh dari Ka'bah karena mereka harus shalat menghadap ke arah Ka'bah. Hal ini tidak menjadi masalah bagi Muslim yang tinggal dekat Ka'bah. Mereka dapat memperkirakan arah kiblat dengan cepat dan akurat. Masalah ini harus dijawab terlebih dahulu karena menyangkut shalat, ibadah yang disebut tiang agama.

قَدْ نَرَىٰ تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ ۖ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ
قِبْلَةً تَرْضَاهَا ۚ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ
الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ
وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ
مِن رَّبِّهِمْ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ ﴿١٤٤﴾

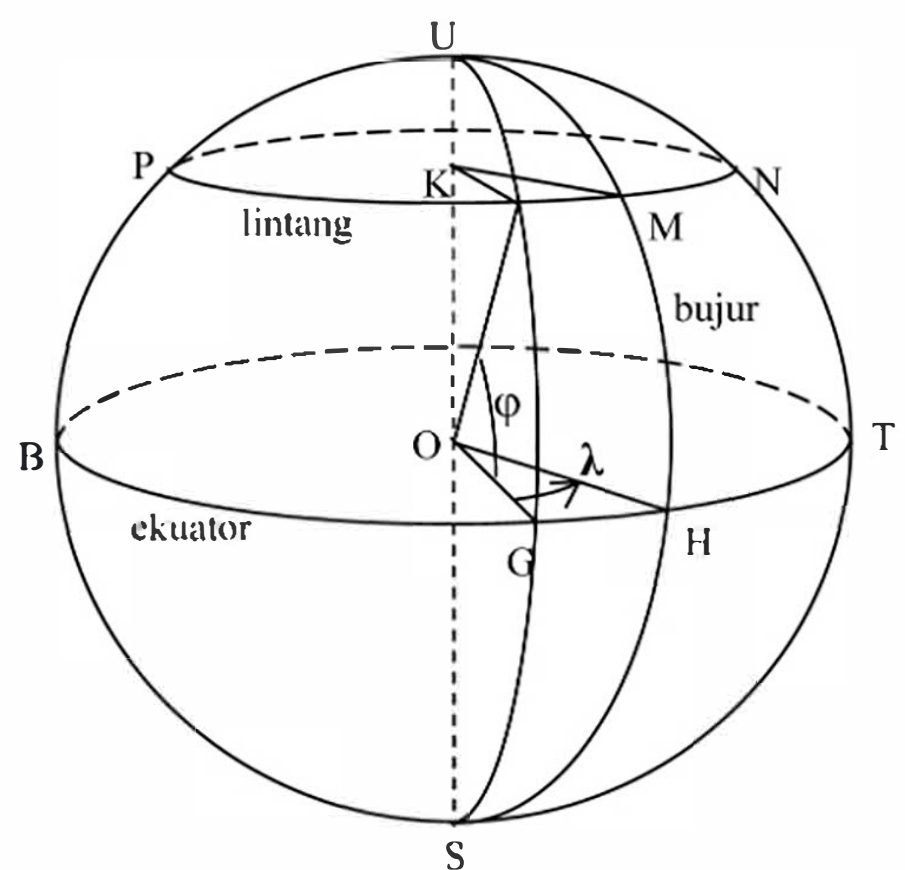
Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu bahwa (pemindahan kiblat) adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan. (QS Al-Baqarah [2]: 144)

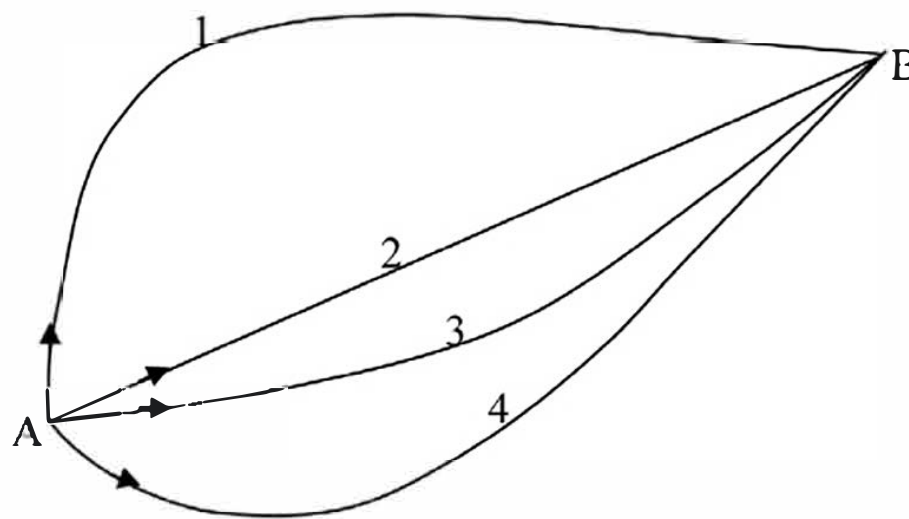
وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ
الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ
شَطْرَهُ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا
الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي وَلِأُتِمَّ
نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥٠﴾

Dan dari mana pun engkau (Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu, agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu), kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tapi takutlah kepada-Ku, agar Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu, dan agar kamu mendapat petunjuk. (QS Al-Baqarah [2]: 150)

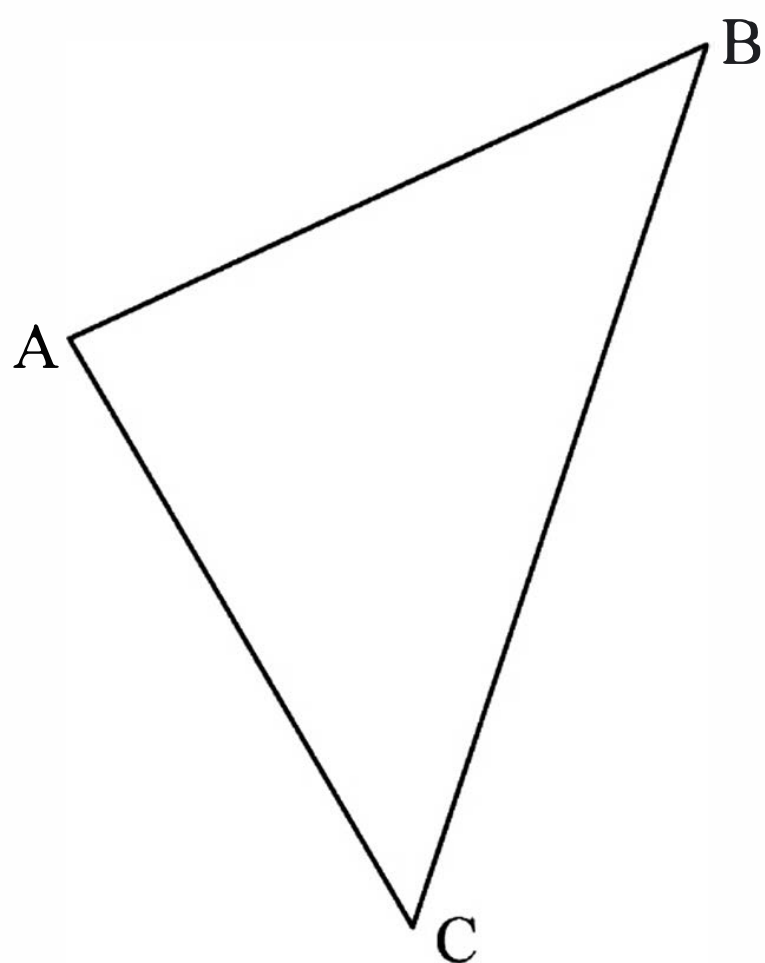
Gambar 6 Shalat Menghadap Ka'bah

Masalah ini perlu penyelesaian tahap demi tahap. *Pertama*, kota-kota di permukaan Bumi harus diketahui posisinya. Hal ini menyangkut acuan yang akan disepakati. Bumi, meski agak pipih di daerah kutub, tetap dapat dianggap berbentuk bola sempurna dengan radius rata-rata 6.370 km.

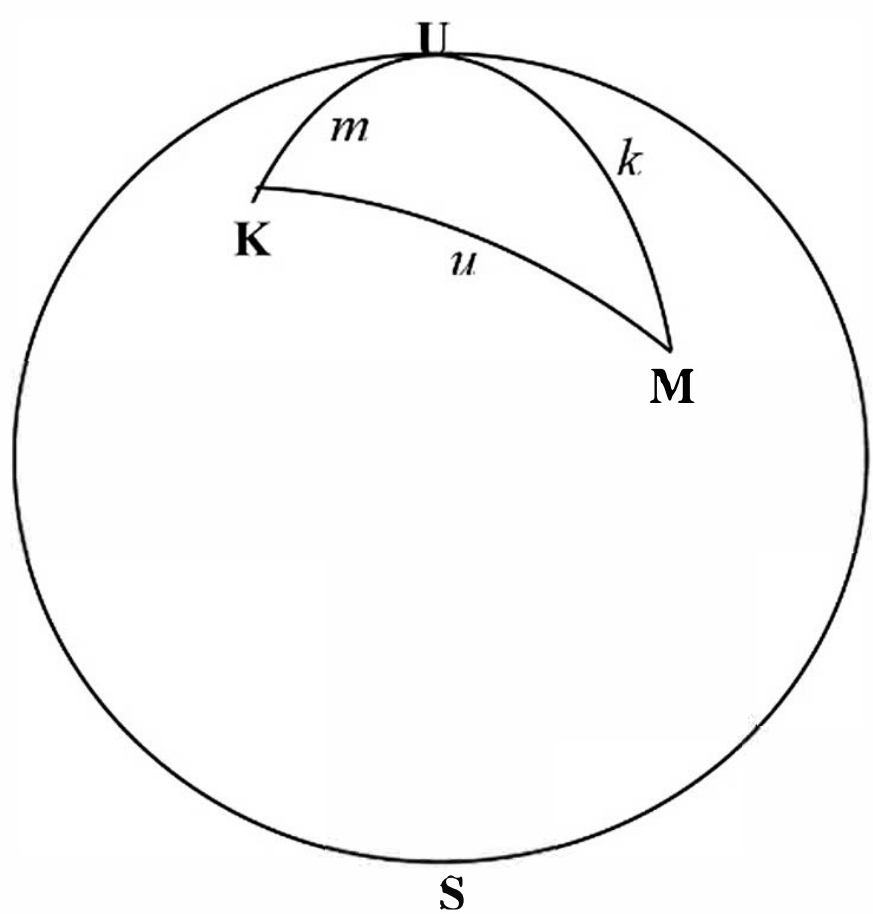
Garis yang melalui kutub utara (U) dan kutub selatan (S) disebut meridian atau garis bujur (*longitude*, λ). Lingkaran yang membagi Bumi menjadi bagian utara dan bagian selatan adalah ekuator. Garis-garis lingkaran yang sejajar ekuator disebut lintang (*latitude*, φ). Garis bujur yang melalui Kota Greenwich ditetapkan sebagai bujur nol derajat, sedangkan ekuator sebagai lintang nol derajat. Setiap kota diketahui berposisi sekian derajat bujur timur atau barat dan

Gambar 7 Koordinat Bumi

sekian derajat lintang utara atau selatan. Misal, Makkah, ia berada pada posisi 39°49′ T, 21°25′ U. Artinya, Makkah berada pada 39 derajat 49 menit bujur timur (sebelah timur Greenwich) dan 21 derajat 25 menit lintang utara (sebelah utara ekuator).

Gambar 8 Arah dari A ke B

Arah dapat dipahami dengan menggunakan ilustrasi berikut. Misalkan, terdapat dua titik atau tempat A dan B pada suatu permukaan datar. Kedua titik ini dihubungkan oleh empat garis seperti Gambar 8. Orang-orang sepakat bahwa garis yang menyatakan arah dari A ke B adalah arah yang diberikan oleh garis ke-2, bukan lainnya, meski semua garis menuju B. Hal ini disebabkan garis ke-2 merupakan garis terpendek yang menghubungkan titik A dan titik B. Pada permukaan datar, garis yang memberikan jarak terpendek antara dua titik tidak lain adalah garis lurus.

Andaikan pada permukaan datar terdapat tiga titik (A, B, dan C), ketiganya dihubungkan tiga garis terpendek. Hasilnya adalah segitiga dengan sifat yang khas, yaitu jumlah ketiga sudut segitiga tersebut adalah 180 derajat.

Gambar 9 Segitiga Bidang Datar

Persoalan menjadi lain jika bidang tidak lagi datar. Garis yang menghubungkan dua titik sembarang pada permukaan tersebut bukan lagi garis lurus, tetapi garis terpendek. Jika terdapat tiga titik dan ketiganya dihubungkan dengan garis terpendek, jumlah ketiga sudutnya tidak sama dengan 180 derajat.

Misalkan, permukaan lengkung tersebut adalah permukaan bola. Jumlah tiga sudut suatu segitiga semba-

Gambar 10 Segitiga Bola

rang pada permukaan bola selalu lebih besar dari 180 derajat. Untuk kemudahan dan misi khusus kita, ambil tiga titik ini berturut-turut, yaitu U di kutub utara, K di posisi Ka'bah, dan M posisi masjid di kota kita.

Garis terpendek *m* dan *k* yang menghubungkan kutub utara (U) dan Ka'bah (K) serta masjid (M) tidak lain adalah garis bujur yang melalui Ka'bah dan garis bujur yang melalui M. Artinya, kedua garis *m* dan *k* jika terus diperpanjang akan bertemu di kutub selatan (S). Dengan kata lain, *m* dan *k* adalah garis utara-selatan yang melalui dua daerah berbeda.

Lintasan terpendek yang menghubungkan K dan M adalah *u*, yakni penggalan lingkaran yang melalui K dan M dengan titik pusat adalah titik pusat bola. Satuan busur *m*, *k*, dan *u*, sebenarnya adalah jarak atau panjang, yakni jejari bola dikalikan sudut, tetapi karena jejari bola dianggap satu satuan, satuan *m*, *k*, dan *u* menjadi satuan sudut murni. Dengan demikian, *m*, *k*, dan *u* masing-masing menyatakan panjang busur dan besar sudut.

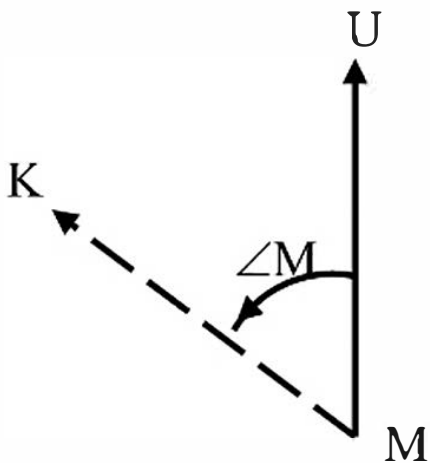
Misalkan, U, K, dan M sekaligus menyatakan sudut antara dua garis *k* dan *m*, *m* dan *u*, serta *u* dan *k*. Contoh, U adalah sudut selisih antara bujur kota M dan bujur Ka'bah K ($U=\lambda_M-\lambda_K$). Hubungan antara *k*, *m*, U, dan M diberikan oleh persamaan yang dapat dijadikan landasan penentuan arah kiblat di suatu daerah, yaitu:

$$\cot M = \frac{\sin k \cot m}{\sin \mathrm{U}} - \cos k \cot \mathrm{U}$$

Mengingat posisi suatu daerah di permukaan Bumi dinyatakan dalam bujur dan lintang, *k* dan *m* masing-masing adalah 90 derajat minus

lintang M (k=90°-Φ_M) dan 90 derajat minus lintang Ka'bah (m=90°-Φ_K). Oleh karena itu, dalam ungkapan lintang dan bujur, sudut arah kiblat masjid M dapat dinyatakan dalam bentuk praktis:

$$\cot M = \frac{\cos\phi_M \tan\phi_K}{\sin(\lambda_M - \lambda_K)} - \sin\phi_M \cot(\lambda_M - \lambda_K)$$

Persamaan ini merupakan persamaan bagi arah kiblat M dengan memasukkan data posisi Ka'bah (λ_K, Φ_K) dan lokasi masjid (λ_M, Φ_M).

Gambar 11 Arah Kiblat

Ka'bah berada di Kota Makkah, dengan Google Earth diperoleh posisi 39°49'33,57" T, 21°25'21,06" U. Dengan data ini, arah kiblat M menjadi

$$\cot M = \frac{\cos\phi_M \tan(21^\circ 25'21{,}06")}{\sin(\lambda_M - 39^\circ 49'33{,}57")} - \sin\phi_M \cot(\lambda_M - 39^\circ 49'33{,}57")$$

Tabel berikut menyatakan posisi dan arah kiblat di 33 ibu kota provinsi di Indonesia.

Tabel Posisi Ibu Kota Provinsi dan Arah Kiblat

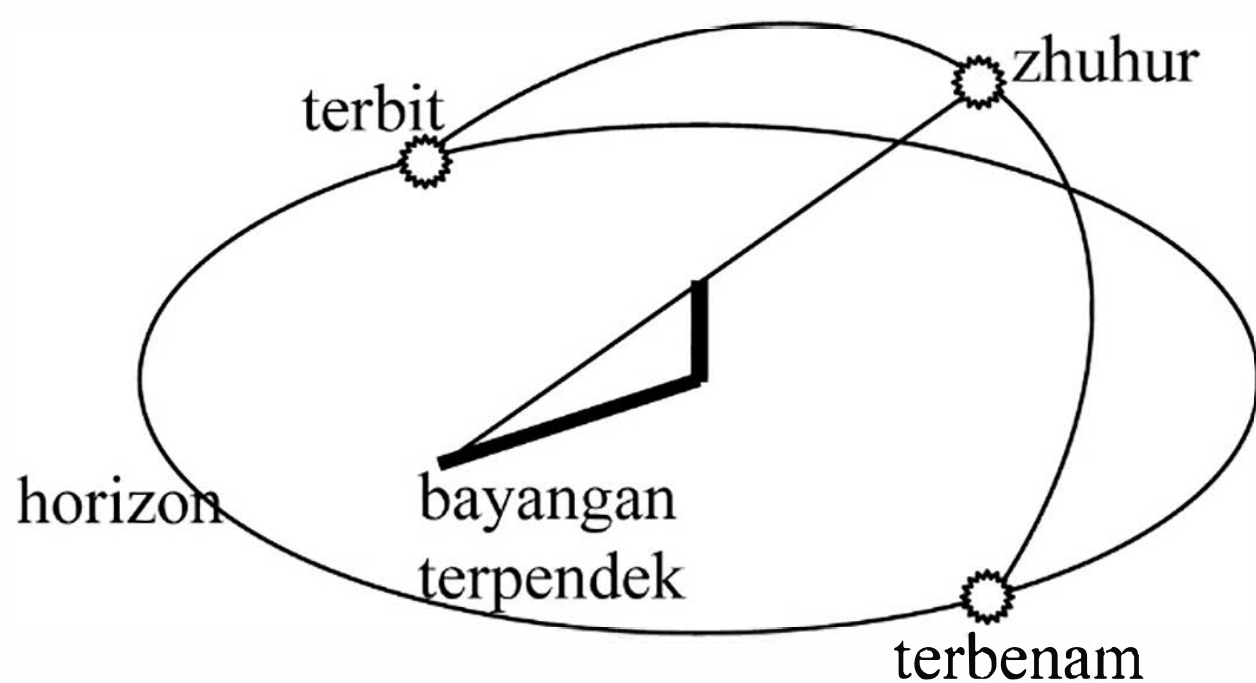
No	Kota	Posisi		Arah Kiblat	
		bujur	lintang	derajat	der-men-det
1	Ambon	128°14' T	3°42' U	68,69976847	68°41'59,17"
2	Banda Aceh	95°20' T	5°35' U	67,85716459	67°51'25,79"
3	Bandar Lampung	105°17' T	5°25' S	64,70944404	64°42'34"
4	Bandung	107°37' T	6°57' S	64,82272023	64°49'21,79"
5	Banjarmasin	114°40' T	3°22' S	67,13468897	67°8'4,88"

No	Kota	Posisi		Arah Kiblat	
		bujur	lintang	derajat	der-men-det
6	Bengkulu	102°15' T	3°48' S	64,53284815	64°31'58,25"
7	Denpasar	115°13' T	8°37' S	66,25367953	66°15'13,25"
8	Gorontalo	123°5' T	0°34' U	68,50086138	68°30'3,1"
9	Jakarta	106°49' T	6°10' S	64,85399995	64°51'14,4"
10	Jambi	103°38' T	1°36' S	65,73356757	65°44'0,84"
11	Jayapura	140°38' T	2°28' S	68,65205568	68°39'7,4"
12	Kendari	122°35' T	3°57' S	68,03480681	68°2'5,3"
13	Kupang	123°35' T	10°12' S	67,81325124	67°48'47,7"
14	Makassar	119°27' T	5°8' S	67,52733049	67°31'38,39"
15	Mamuju	118°54' T	2°43' S	67,79014754	67°47'24,53"
16	Manokwari	134°5' T	1°00' S	68,59106435	68°35'27,83"
17	Mataram	116°8' T	8°36' S	66,45637106	66°27'22,94"
18	Medan	98°38' T	3°38' U	67,24842377	67°14'54,33"
19	Manado	124°33' T	1°33' U	68,62579599	68°37'32,87"
20	Padang	100°21' T	0°57' S	65,29784299	65°17'52,23"
21	Palangkaraya	113°56' T	2°16' S	67,271983	67°16'19,14"
22	Palembang	104°47' T	2°59' S	65,44958626	65°26'58,51"
23	Palu	119°54' T	0°50' S	68,15837876	68°9'30,16"
24	Pangkal Pinang	106°10' T	2°7' S	66,04716256	66°2'49,79"
25	Pekanbaru	101°27' T	0°34' U	66,22341685	66°13'24,3"
26	Pontianak	109°22' T	0°5' S	67,25136768	67°15'4,92"
27	Samarinda	117°11' T	0°28' S	68,00562738	68°0'20,26"
28	Semarang	110°24' T	7°0' S	65,49122695	65°29'28,42"
29	Serang	106°9' T	6°8' S	64,6950847	64°41'42,3"
30	Surabaya	112°45' T	7°15' S	65,96659217	65°57'59,73"
31	Tanjung Pinang	104°29' T	0°55' U	66,90197692	66°54'7,12"
32	Ternate	127°24' T	1°49' U	68,63651936	68°38'11,47"
33	Yogyakarta	110°21' T	7°45' S	65,29521830	65°17'42,79"

Posisi relatif suatu kota terhadap Ka'bah tidak berubah meski Bumi bergerak melayang di ruang angkasa. Kota-kota dan Ka'bah juga ikut bergerak melayang sebagaimana gunung-gunung. Ka'bah dan gunung-gunung bagai digendong Bumi melayang mengarungi angkasa luas.[]

Spin Bumi

Dan laksanakanlah shalat pada kedua tepi siang dan pada bagian permulaan malam. (QS Hûd [11]: 114)

T*harfun-tharafun* طَرْفٌ – طَرَفٌ (mata, tepi atau ujung) mempunyai bentuk jamak taksir *athrâfun* أَطْرَافٌ. Bentuk duanya adalah *tharafâni* طَرَفَانِ dan *tharafaini* طَرَفَيْنِ, tetapi karena *tharaf zamân* طرف الزمان berhukum *manshûb*, yang diambil adalah yang berakhiran ya dan nun, طَرَفَيْنِ. Selanjutnya, *tharafaini* membentuk *idhâfat* إضَافة bersama *al-nahâru* النهار menjadi *tharafayin al-nahâr* طرفى النهار, yakni dengan membuang nun, *hadfun al-nûn* حدف النون bagi طَرَفَيْنِ. Arti *tharafayin al-nahâr* adalah dua ujung atau dua tepi siang yang dibatasi oleh horizon.

Gambar 1 Dua Tepi Siang

Islam menandai dua tepi siang dengan ibadah shalat. Shalat Shubuh menjelang Matahari terbit di tepi pagi dan shalat Maghrib di tepi petang. Di balik kedua tepi ini terdapat malam. Dengan demikian, ada dua waktu yang dirasakan manusia, yaitu siang dan malam. Pada siang yang terang, umumnya manusia beraktivitas dan pada malam hari manusia beristirahat.

اللَّهُ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَالنَّهَارَ مُبْصِرًا ۚ إِنَّ اللَّهَ لَذُو فَضْلٍ عَلَى النَّاسِ وَلَٰكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لَا يَشْكُرُونَ ﴿٦١﴾

Allah-lah yang menjadikan malam untukmu agar kamu beristirahat padanya; (dan menjadikan) siang terang benderang. Sungguh, Allah benar-benar memiliki karunia yang dilimpahkan kepada manusia, tetapi kebanyakan manusia tidak bersyukur. (QS Al-Mu'min [40]: 61)

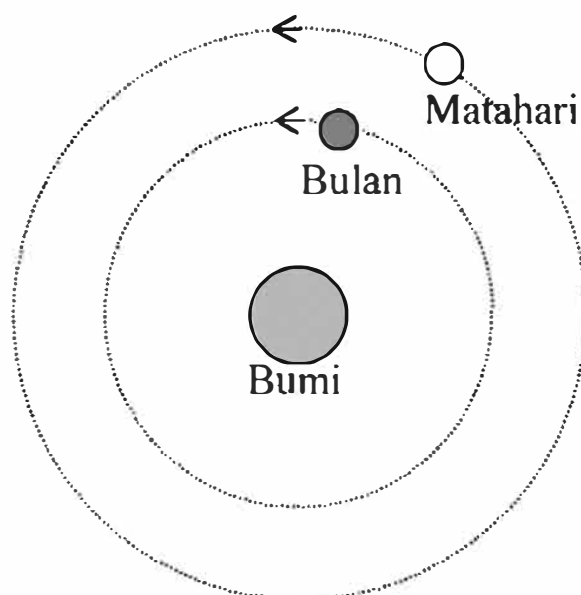
Pada pagi hari, Matahari yang muncul di ufuk timur terus bergerak naik sampai puncak, kemudian turun dan akhirnya tenggelam di ufuk barat. Matahari tampak bergerak mengelilingi Bumi yang diam. Bukan hanya Matahari, tetapi juga Bulan. Inilah fenomena yang kita rasakan. Ini pula yang dinyatakan oleh Ptolemaeus dengan geosentrisnya.

Al-Quran telah menyatakan peredaran Matahari.

Dan matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) Yang Mahaperkasa, Maha Mengetahui. (QS Yâ' Sîn [36]: 38)

Jarâ-yajriy-jaryan جرى – يجرى – جريا (berlari, mengalir). Al-Quran juga telah menyatakan peredaran Bulan.

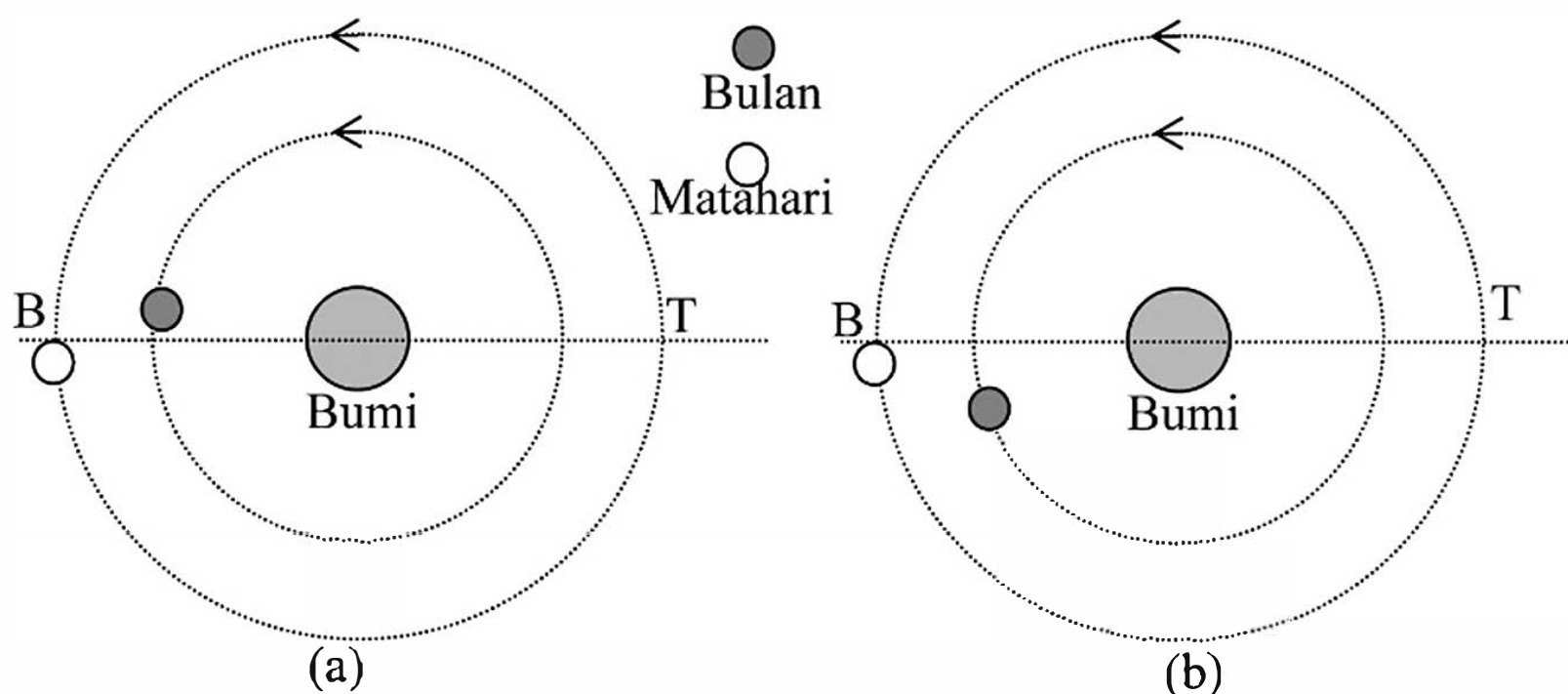
Dan Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, matahari dan bulan. Masing-masing beredar pada garis edarnya. (QS Al-Anbiyâ' [21]: 33)

Sabaha-yasbahu-sabhan سبح – يسبح – سبحا (berenang). Dua ayat ini seolah membenarkan apa yang kita rasakan, bahwa Matahari dan Bulan mengitari Bumi. Matahari muncul di ufuk timur dan tenggelam di ufuk barat.

Gambar 2 Bulan dan Matahari Mengelilingi Bumi yang Diam

Akan tetapi, Al-Quran juga menyatakan perihal berikut.

Tidaklah mungkin bagi matahari menyusul bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya. (QS Yâ' Sîn [36]: 40)

Inbaghâ-yanbaghî إنبغى – ينبغى (sepatutnya, seharusnya) merupakan *wazan infa'ala* dari *baghâ-yabghî-bughâ'an* بغى – يبغى – بغاء (mencari, menuntut, menghendaki). *Dâraka-adraka* دارك – أدرك (menyusul, mendapatkan). *Sâbiqun* سابق adalah *isim fa'il* dari *sabaqa-yasbiqu-sabqan* سبق – يسبق – سبقا (mendahului).

Ibarat dua orang berlari, jika A dinyatakan tidak mungkin menyusul B, berarti karena kecepatan B lebih besar daripada A. Artinya, Surah Yâ'

Gambar 3 Posisi Relatif Matahari-Bulan pada Dua Malam Berturut-turut

Sîn (36): 40 menyatakan bahwa laju sudut Bulan mengelilingi Bumi lebih besar daripada laju Matahari. Jika pada suatu maghrib Bulan tampak seperti sabit di atas ufuk (Gambar 3a), pada maghrib keesokan hari atau dua hari kemudian penampakan Bulan sabit tidak akan ada lagi. Bulan lebih dahulu terbenam akibat Bulan yang mempunyai laju lebih tinggi menyusul Matahari (Gambar 3b). Kenyataannya, Bulan sabit kian tinggi pada maghrib berikutnya, Bulan semakin tertinggal. Artinya, Bulan lebih lambat sehingga dapat disusul oleh Matahari. Hal ini tidak sesuai dengan informasi Surah Yâ' Sîn (36): 40.

Sebelumnya telah disimpulkan bahwa Bumi melayang di ruang angkasa. Diam dalam pernyataan Matahari tampak bergerak mengelilingi Bumi yang diam berarti Bumi tidak berotasi. Siang dan malam terjadi, diandaikan, karena murni pergerakan Matahari. Namun, pengandaian ini ditolak fenomena eksistensi Bulan sabit yang semakin tinggi dari satu maghrib ke maghrib berikutnya. Artinya, pengandaian Bumi diam, tidak berotasi, tidak dapat diterima. Selain bergerak, translasi Bumi juga bergerak rotasional terhadap porosnya.

Penerimaan ide bahwa Bumi berotasi tidak serta-merta mengingkari isi pesan Surah Yâ' Sîn (36): 40 maupun Surah Al-Anbiyâ' (21): 33. Bulan dan Matahari tetap bergerak pada garis edarnya, meski tetap harus kita akui bahwa garis edarnya tidak harus mengelilingi Bumi. Kedua ayat tersebut memang tidak menyatakan demikian, baik secara eksplisit maupun implisit.

Bumi berotasi pada porosnya menggantikan ide Matahari mengelilingi Bumi dalam menjelaskan fenomena siang-malam dan waktu-waktu di antaranya. Waktu-waktu di antara siang-malam adalah pagi dan sore.

Dan sebutlah nama Tuhanmu pada (waktu) pagi dan petang. (QS Al-Insân [76]: 25)

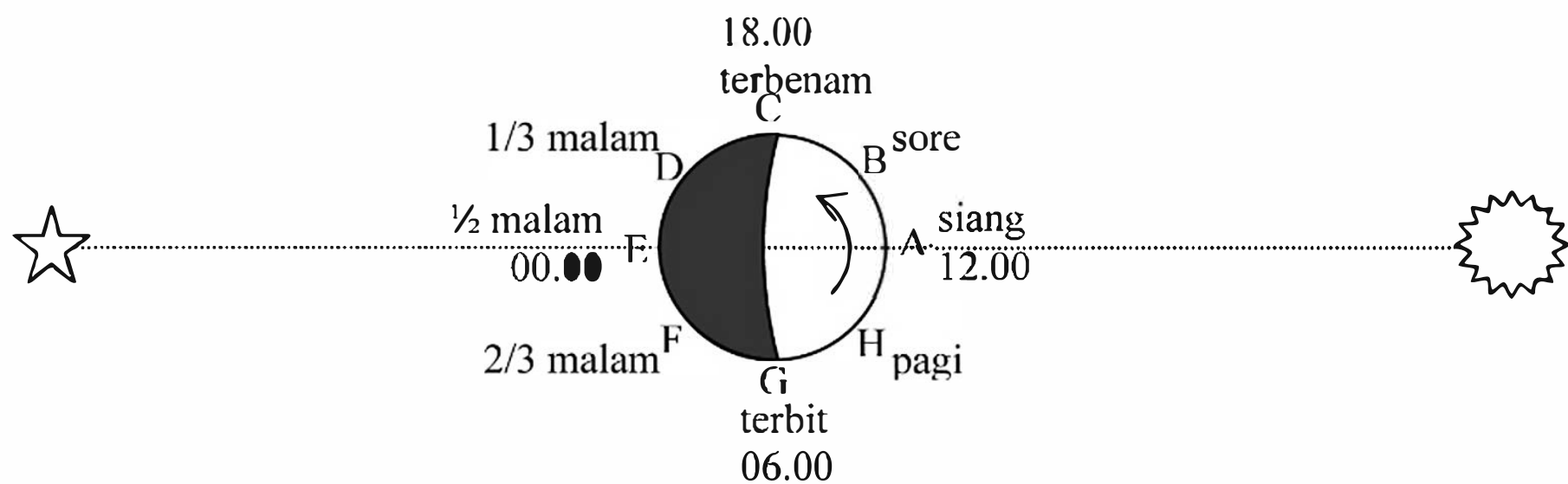
Pada setiap bagian waktu ini, umat Islam diminta untuk mengingat dan memuji Allah. Dalam redaksional yang berbeda, dua waktu tersebut dikaitkan dengan peristiwa lain.

Pada hari ketika mereka melihat Hari Kiamat itu (karena suasananya hebat), mereka merasa seakan-akan hanya (sebentar saja) tinggal (di dunia) pada waktu sore atau pagi hari. (QS Al-Nâzi'ât [79]: 46)

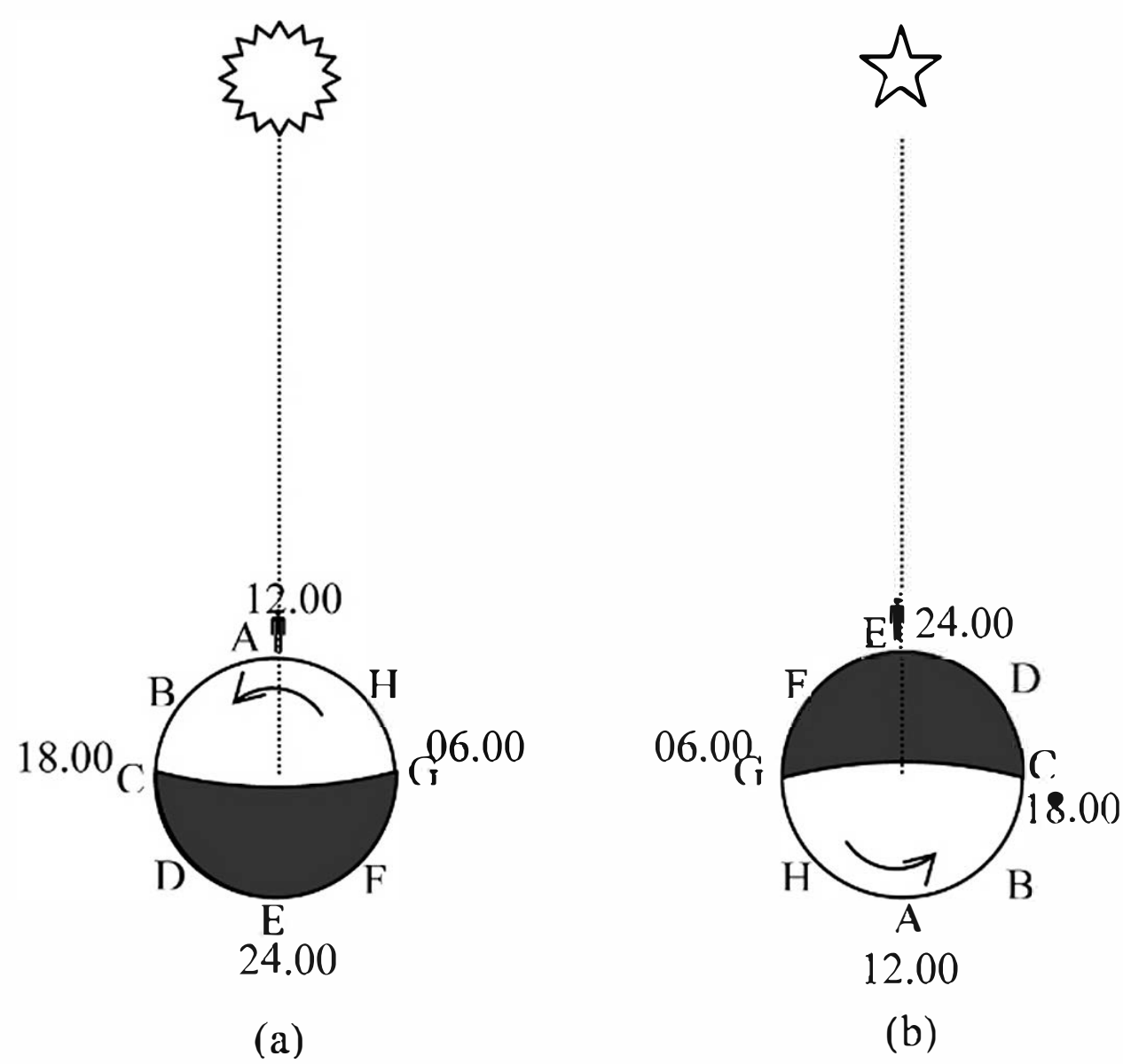
Sebagaimana waktu siang, malam juga dibagi-bagi dalam penggalan waktu, tepatnya tiga penggalan. Penggalan-penggalan waktu tersebut merupakan waktu untuk berkomunikasi dengan Sang Khalik.

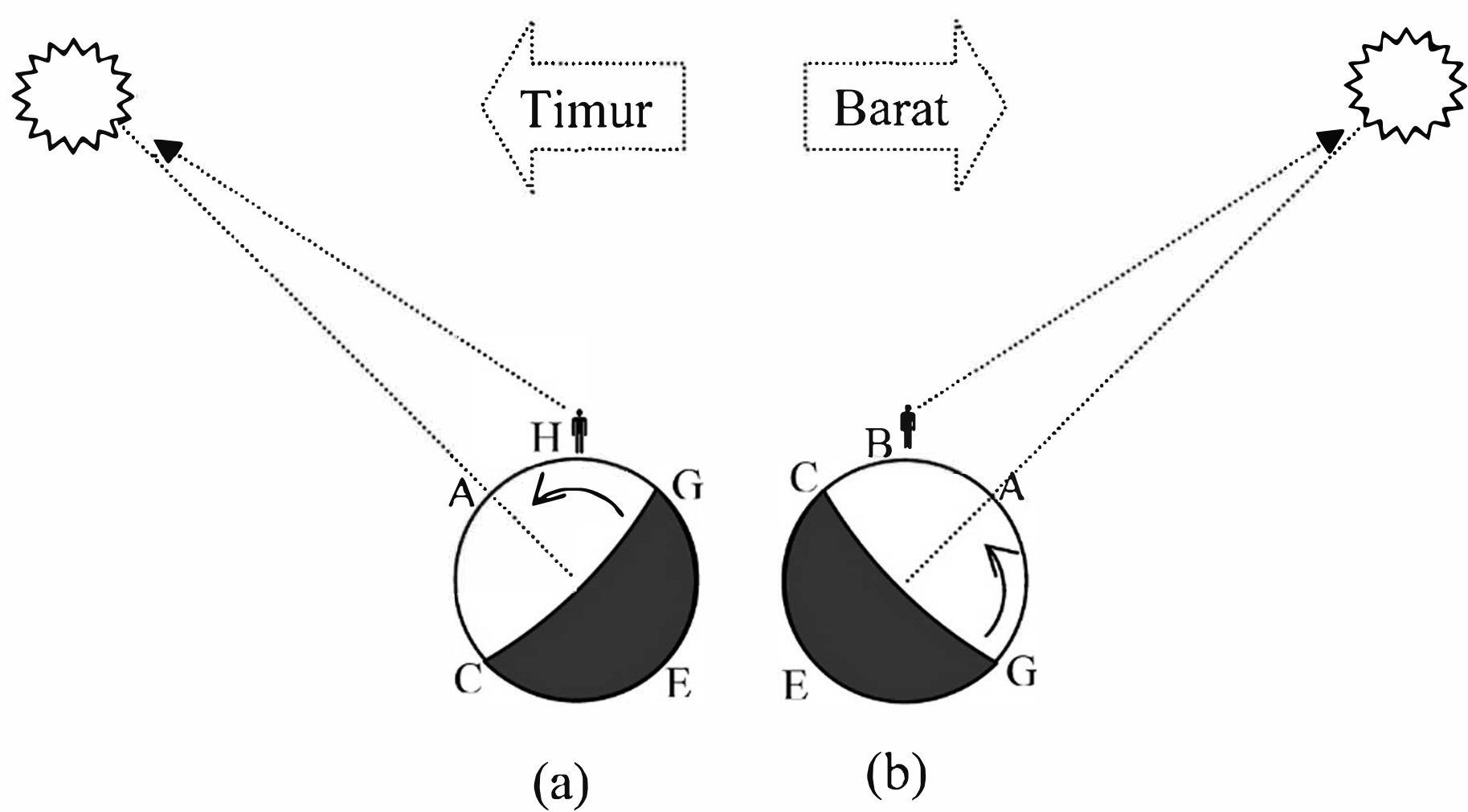
Sesungguhnya Tuhanmu mengetahui bahwa engkau (Muhammad) berdiri (shalat) kurang dari dua pertiga malam atau seperdua malam atau sepertiganya, dan (demikian pula) segolongan dari orang-orang yang bersamamu. Allah menetapkan ukuran malam dan siang. Allah mengetahui bahwa kamu tidak dapat menentukan batas-batas waktu itu, maka Dia memberi keringanan kepadamu, karena itu bacalah apa yang mudah (bagimu) dari Al-Quran. (QS Al-Muzzammil [73]: 20)

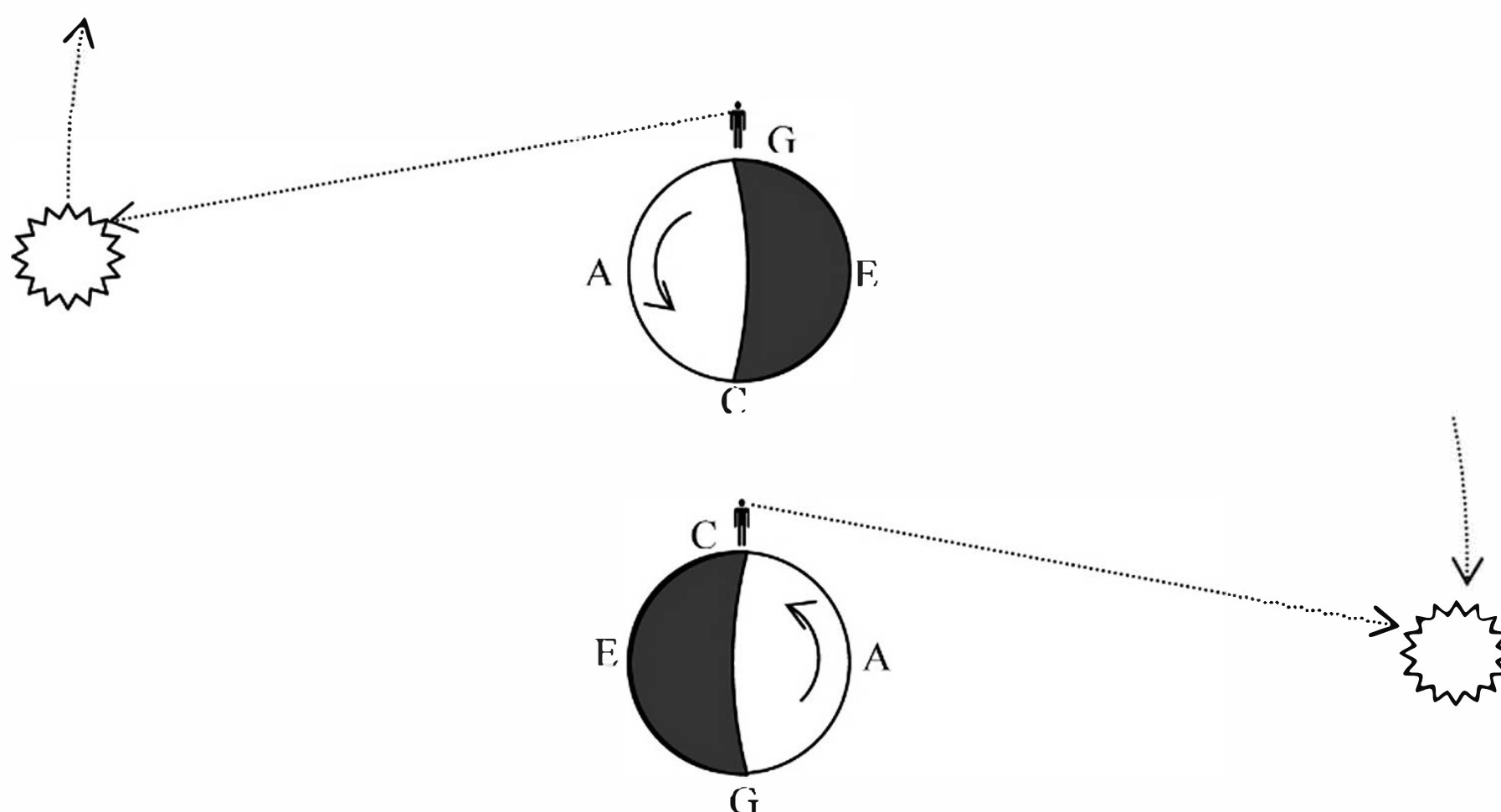
Tsalâtsun-tsalâtsatun ثلاثة – ثلاث (tiga), *tsulutsun* ثلث (sepertiga), *tsulutsâni-tsulutsaini* ثلثين – ثلثان (dua pertiga). *Nun* di dalam *tsulutsaini* harus dibuang karena posisinya sebagai *mudhaf*, menjadi *tsulutsayillayli* ثلثى اليل (dua pertiga malam). *Nishfun* dengan jamak *anshâfun* أنصاف ج نصف (setengah, separuh). Inilah penggalan-penggalan malam.

Bagian-bagian waktu tersebut terkait dengan posisi di permukaan Bumi relatif terhadap Matahari. Secara umum, permukaan Bumi yang mendapat sinar Matahari akan mengalami siang dengan berbagai bagiannya, sedangkan yang tidak mendapat sinar akan merasakan malam juga dengan beberapa penggalannya.

Gambar 4 Penggalan-penggalan Waktu

Pada saat yang sama, orang-orang di posisi A, B, C, dan seterusnya akan mengalami keadaan alam yang berbeda. Keadaan alam ini terkait dengan waktu setempat. A sedang berada tepat di bawah Matahari yang berarti pada pukul 12.00 siang waktu daerah tersebut, sedangkan di ujung belahan Bumi lain, waktu di tempat E menunjukkan pukul 00.00 (tengah malam).

Misalkan, di setiap titik A, B, dan seterusnya terdapat orang mengamati Matahari atau bintang. Setiap orang melihat langit di atas kepalanya. Penampakan Matahari atau bintang kita gambarkan pada Gambar 5. Orang di A melihat Matahari berada di atas kepalanya, sedangkan orang di E melihat bintang tepat di atasnya.

Gambar 5 Pada Waktu yang Sama, Dua Orang Merasakan Jam yang Berbeda

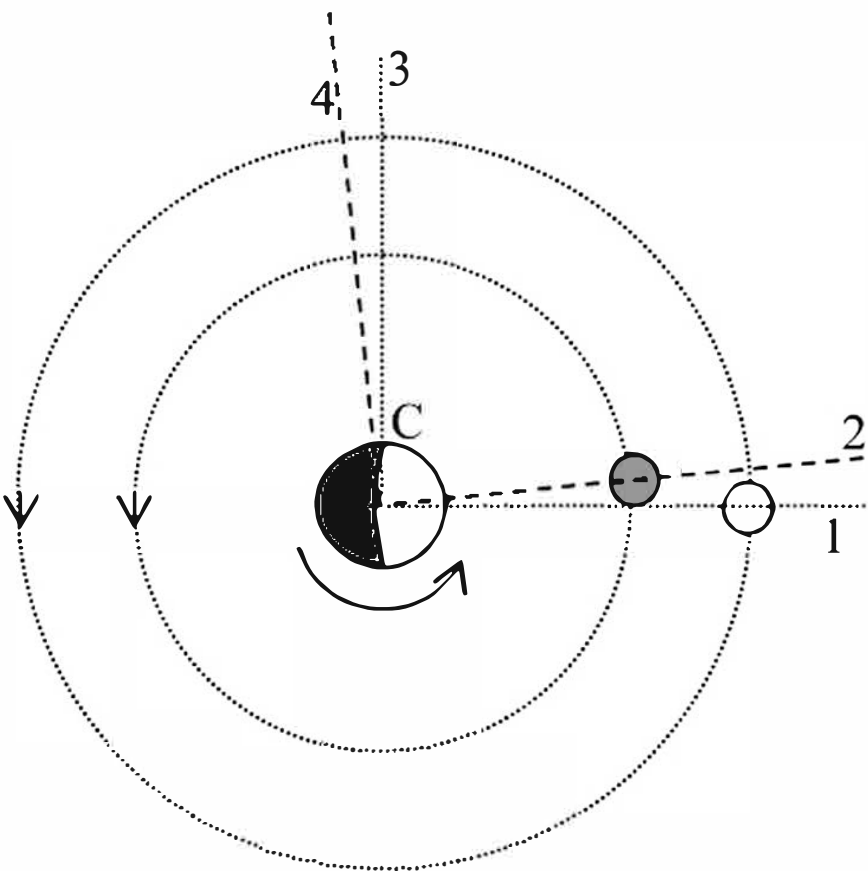
Berbeda dengan orang di A yang melihat Matahari di atasnya, orang di H melihat Matahari agak condong di timur atas, sedangkan orang di B melihat Matahari condong di barat atas.

Gambar 6 Posisi Matahari yang Sama Tampak Berbeda Menurut Orang di H dan B

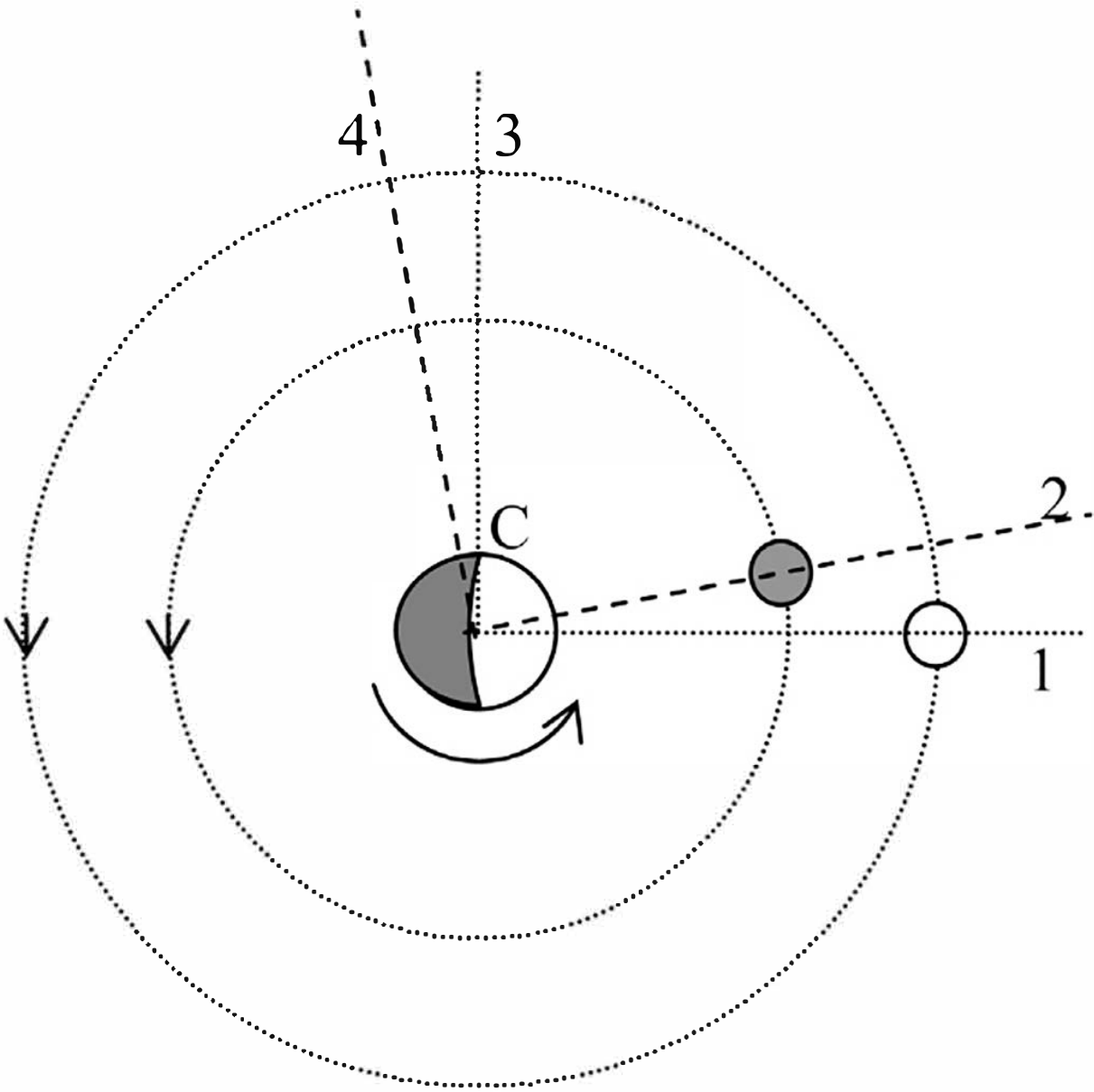
Orang di G melihat Matahari terbit di ufuk timur, sebaliknya orang di C melihat Matahari terbenam di ufuk barat.

Gambar 7 G Melihat Matahari Baru Terbit, tetapi C Melihatnya Terbenam

Matahari dan bintang yang sama dilihat pada waktu yang sama, tetapi pada waktu setempat yang berbeda, akan tampak berada pada posisi yang berbeda. Matahari berada di atas menurut orang di A, akan tampak masih condong ke timur menurut orang di H, telah condong ke barat oleh orang di B, dan baru terbit menurut orang di G, tetapi tampak mau terbenam menurut orang di C (Gambar 5a).

Misal, Matahari sedang berada di atas Surabaya, secara geografis Surabaya adalah titik A, pukul 12.00 siang. Di Greenwich pukul 05.00 pagi, masih gelap, baru akan melihat Matahari terbit (pada Gambar 7, berada di sebelah kiri G). Islamabad di Pakistan adalah H dan penduduknya melihat Matahari masih di timur. Port Moresby di Papua Nugini adalah titik B dan melihat Matahari telah condong ke barat.

Dengan demikian, dalam pandangan Bumi berotasi ini, terbit dan terbenamnya Matahari di dua tepi siang tidak lain adalah pergerakan rotasional orang di G sampai C. Gagasan Bumi berotasi juga tidak bertentangan dengan Surah Yâ' Sîn (36): 40 dan fakta Bulan sabit yang semakin tinggi di maghrib-maghrib berikutnya.

Perhatikan Gambar 8 berikut. Pada suatu maghrib (Matahari di garis 1), Bulan masih di atas ufuk (pada garis 2), karena itu ada bagian Bulan yang tampak oleh orang di C (di garis 3 yang tegak lurus garis 1) di Bumi. Setelah beberapa menit Bumi berotasi, C sampai pada garis 4 yang tegak lurus dengan garis 2. Bulan terbenam sehingga tidak lagi terlihat oleh orang di C, sedangkan Matahari tenggelam lebih dalam.

Gambar 8 Bulan Belum Terbenam ketika Matahari Terbenam

Satu hari atau 24 jam kemudian, yakni ketika Matahari kembali tampak tenggelam, menurut orang di C, selisih sudut jarak antara Matahari dan Bulan semakin besar karena kecepatan Bulan lebih tinggi daripada Matahari seperti Gambar 9. Akibatnya, orang di C melihat Bulan lebih tinggi dan waktu untuk tenggelam pun lebih lama.

Gambar 9 Bulan Tampak Lebih Tinggi

Struktur Interior Bumi

Dan bumi yang mempunyai patahan. (QS Al-Thâriq [86]: 12)

D*zâti* ذات adalah bentuk *mu'annats* dari *dzâ-dzû-dzî* ذا – ذو – ذى (yang mempunyai); *shad'un J shudû'un* صدع ج صدوع (rengat, retak, pecahan); *shada'a-yashda'u-shad'an* صدع – يصدع – صدعا (membelah tanpa putus).

Ayat ini biasa diterjemahkan sebagai, "*Dan bumi yang mempunyai tumbuh-tumbuhan*." *Al-shad'u* diartikan tanaman yang akarnya dapat menembus tanah. Pemahaman ini barangkali dapat dikaitkan dengan pohon yang ditanam di dekat lantai. Akar pohon tersebut menyebabkan

Gambar 1 Tanah Kering dan Retak
sumber: bj-photographs.blogspot.com

lantai atau bangunan mengalami keretakan. Keretakan lain dapat kita lihat di sawah pada musim kemarau.

Bumi mempunyai retakan, pecahan, atau patahan. Bumi berbentuk bundar. Menurut Eratosthenes, radiusnya sekitar 6.800 km, ukuran yang sangat besar jika dibandingkan dengan ukuran manusia. Mungkinkah bola Bumi mengalami keretakan? Bagian Bumi mana yang mengalami retakan? Keretakan yang paling mudah dilihat adalah retakan sawah ketika musim kemarau panjang. Inikah keretakan yang dimaksud ayat tersebut?

Bumi bundar dengan jari-jari 6.371 km, tetapi dengan permukaan yang tidak rata alias penuh dengan benjolan, gunung, dan lembah. Tidak sedikit gunung yang masih menyemburkan lahar panas maupun dingin. Selain itu, daerah tertentu sering mengalami gempa, sedangkan daerah lain sangat jarang.

Bagaimanakah bentuk interior Bumi? Apa yang terdapat di dalamnya? Mengapa muncul gunung di atas permukaan Bumi?

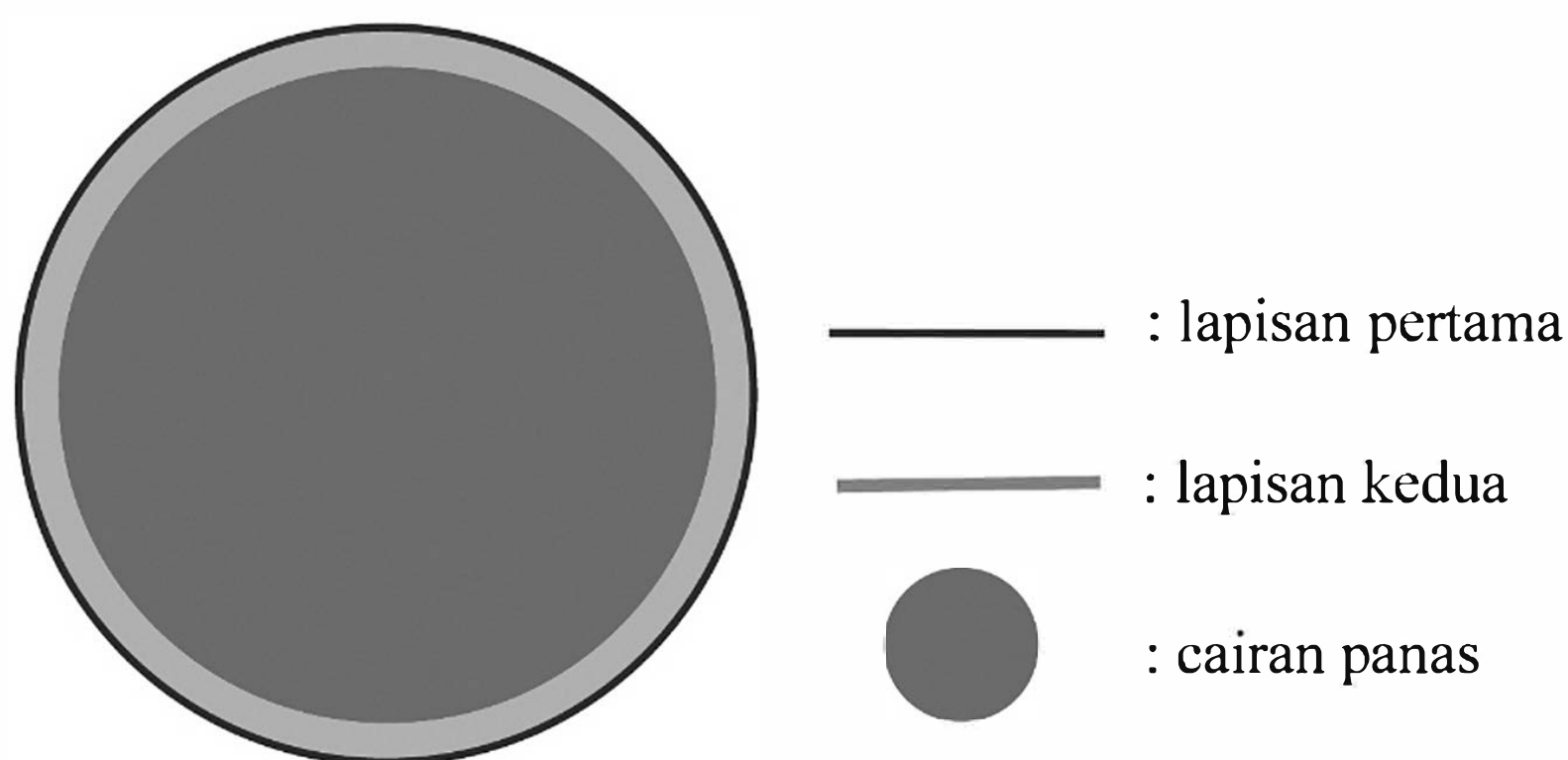
Gunung yang sesekali menyemburkan lahar panas menandai bahwa di dalam Bumi terdapat cairan. Seberapa banyak cairan tersebut dan terdapat di Bumi bagian mana?

Kembali pada pernyataan lapisan Bumi. Berapa jumlah lapisan Bumi? Ada apa di setiap lapisan?

Pada awalnya model lapisan Bumi dibuat dalam bentuk sederhana. Manusia membuat padanannya dengan sesuatu yang telah diketahui. Anaximenes yang hidup pada abad ke-6 SM berpandangan bahwa manusia merupakan mikrokosmos, miniatur dari alam semesta (makrokosmos). Secara umum, semua ciptaan saling terkait, begitu juga manusia dan alam semesta. Jiwa manusia bagai udara alam semesta.

Gambar 2 Buah Semangka
sumber: florabiz.net

Manusia menganalogikan Bumi yang berlapis dengan buah yang tumbuh dari Bumi. Buah tersebut harus bundar, berkulit keras, dan di dalamnya terdapat cairan yang dapat disemburkan. Buah yang memenuhi sifat-sifat tersebut adalah semangka.

Jika semangka dibelah, kita akan mendapati lapisan yang dapat dianalogikan dengan bumi sebagai berikut.

Gambar 3 Lapisan Bumi Model Semangka

Bumi dengan lapisan model semangka ini hanya terdiri dari dua lapisan: lapisan luar yang keras, lapisan dalam yang lebih lunak, dan lapisan terakhir berupa cairan (fluida) kental panas. Fluida tersebut tidak homogen. Pada bagian tertentu terdapat padatan yang memiliki massa yang kerapatannya berbeda dengan fluida secara ekstrem. Padatan ini diwakili oleh biji semangka.

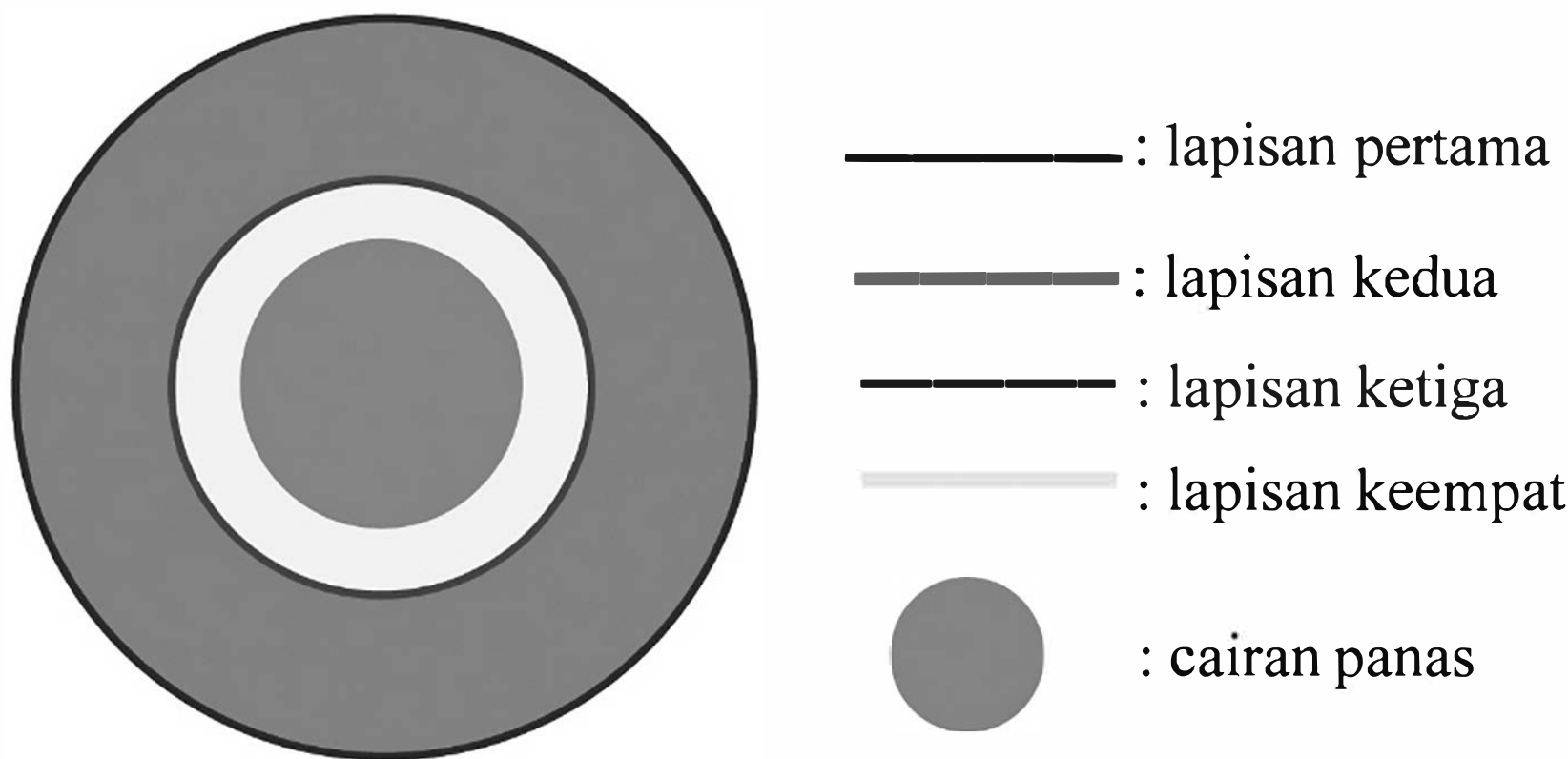
Buah dengan lapisan lebih banyak adalah buah kelapa. Bila kita belah, buah kelapa mempunyai bagian-bagian sebagai berikut.

Kita dapat menganalogikan buah kelapa dengan Bumi yang memiliki empat lapisan tebal dan tipis. Lapisan paling luar adalah lapisan keras yang menutupi lapisan gambut yang lunak. Di bawah lapisan lunak terdapat lapisan tipis yang sangat keras yang menutupi bagian lembek dengan ketebalan tertentu, kemudian disusul fluida di bagian paling dalam.

Kita telah mempunyai dua model Bumi yang dianalogikan dengan semangka dan kelapa. Bagaimana mengetahui bahwa salah satu model tersebut benar atau justru keduanya salah, mengingat Bumi tidak dapat kita belah sebagaimana semangka dan kelapa. Kita harus mencari cara untuk mengetahui bagian dalam Bumi.

Gambar 4 Buah Kelapa

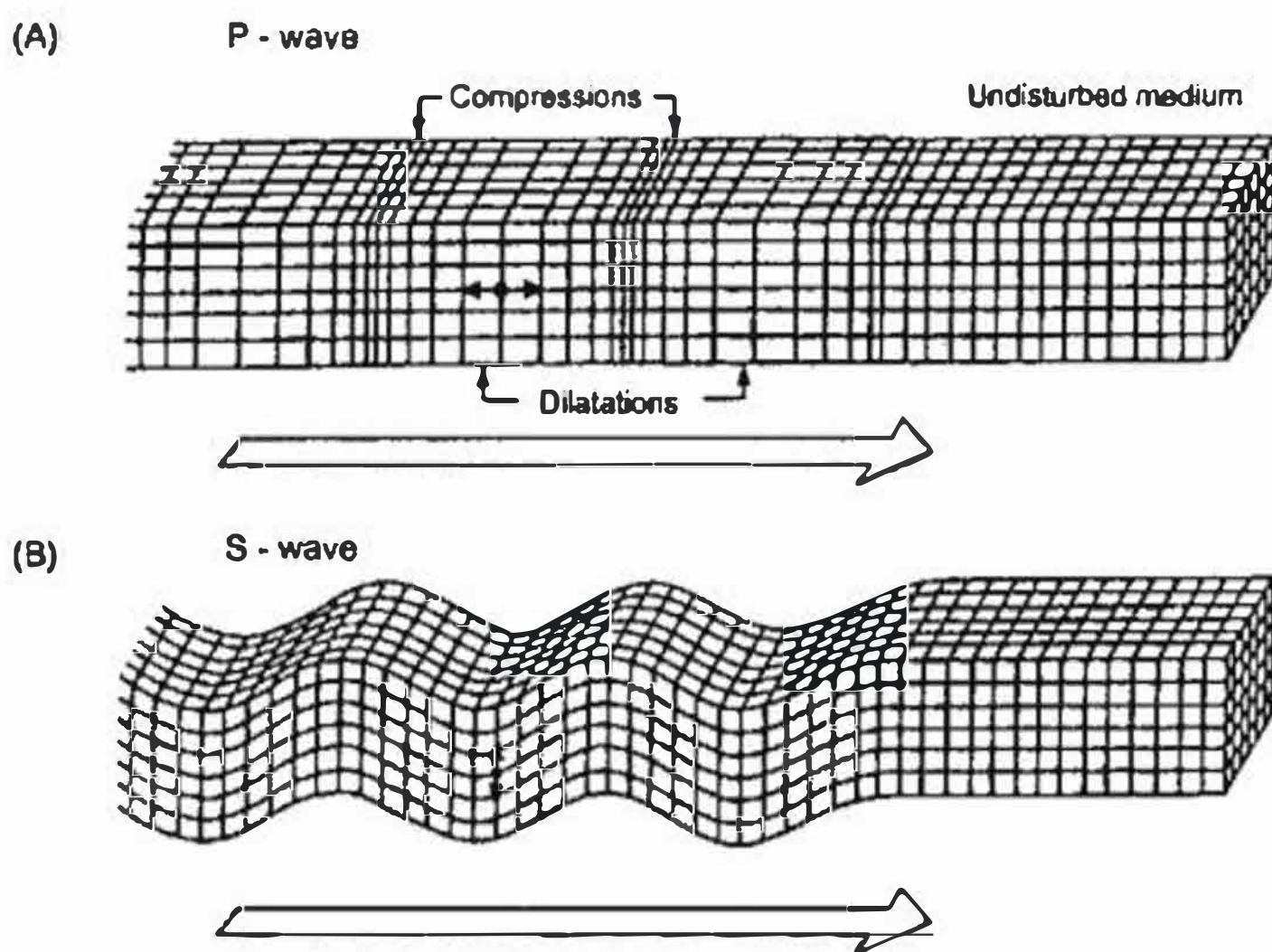
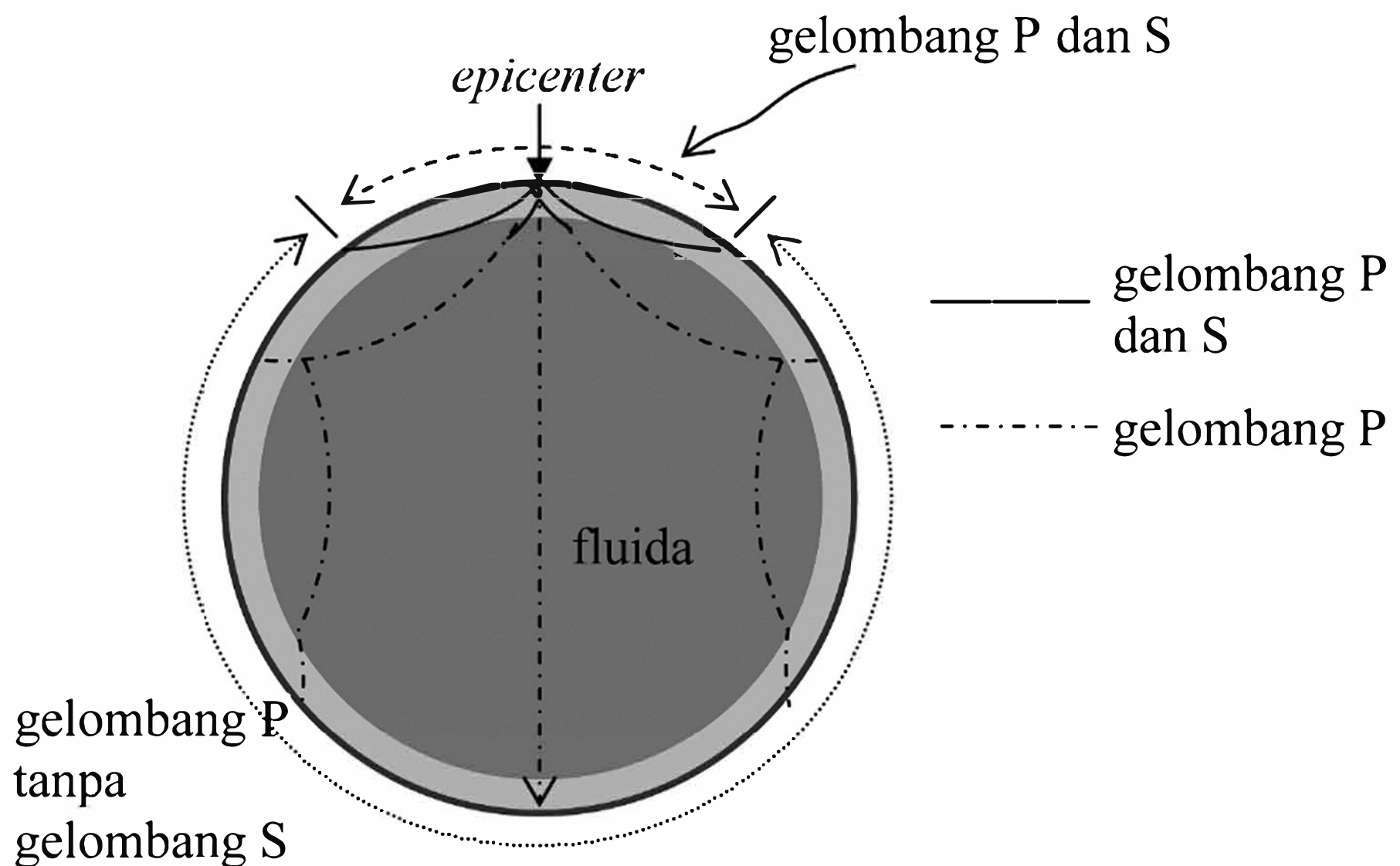
Alat untuk mengetahui bagian dalam Bumi sudah tersedia, yaitu gelombang seismik. Manusia baru menemukan alat tersebut dan mengembangkannya dalam bingkai ilmu yang disebut seismologi. *Seismos* adalah kata dalam bahasa Yunani yang berarti gempa Bumi dan *logos* yang berarti ilmu pengetahuan. Seismologi adalah ilmu yang mempelajari gempa Bumi.

Gempa Bumi adalah getaran tiba-tiba yang terjadi di (permukaan) Bumi akibat pelepasan sejumlah energi. Kita merasakan gempa Bumi akibat penjalaran gelombang gempa ke permukaan Bumi. Gelombang yang menjalar dengan medium kontinu ada dua, yaitu gelombang P dan gelombang S.

Gambar 5 Lapisan Bumi Model Kelapa

Gelombang P (*primary*, *pressure*, atau *push wave*) adalah gelombang longitudinal yang dapat merambat sama baiknya dengan medium padatan atau fluida.

Gelombang S (*secondary*, *shear*, atau *side wave*) adalah gelombang transversal yang dapat merambat melalui medium padatan, tetapi tidak dapat dengan medium fluida.

Gelombang P merupakan gelombang seismik paling cepat sehingga tiba pertama di stasiun seismik. Gelombang ini mendorong dan menarik batu sehingga bergerak searah gelombang, sebagaimana gelombang bunyi mendorong dan menarik udara. Gelombang inilah yang menyebabkan kita mendengar sambaran guntur bersamaan dengan suara derak kaca jendela. Gelombang bunyi mendorong dan menarik kaca jendela seperti gelombang P mendorong dan menarik batu. Kadang-kadang hewan-hewan dapat mendengar gelombang P dari gempa Bumi. Seekor anjing biasanya akan melolong histeris beberapa saat sebelum gelombang tiba di permukaan.

Gelombang S bergerak lebih lambat dan menjadi gelombang kedua yang kita rasakan saat gempa Bumi. Gelombang ini hanya dapat merambat dalam medium keras seperti batu dan tidak merambat

Gambar 6 Gelombang P dan S
sumber: ukm.my

Gambar 7 Gelombang P dan S pada Lapisan Bumi Semangka
sumber: ukm.my

melalui fluida. Gelombang S menggerakkan partikel batuan naik-turun, samping-samping yang tegak lurus arah rambatan.

Ketika gelombang gempa dari sumber jauh sampai di permukaan Bumi, gerak tanah dalam kasus gelombang P akan searah rambatan, sedangkan kasus gelombang S menyebabkan tanah bergerak tegak lurus rambatan. Hal ini memungkinkan kita dapat membedakan antara gelombang P dan S dengan mencatat pergerakan tanah ketika gempa. Alat tersebut disebut seismograf.

Gelombang P dan S dari *epicenter* (episentrum) akan menembus lapisan batuan. Sesuai namanya, gelombang P akan sampai terlebih dahulu di seismogram dibandingkan dengan gelombang S. *Epicenter* adalah titik di permukaan Bumi yang tepat berada di atas *hypocenter* (hiposentrum), fokus, atau titik asal gempa atau ledakan di bawah permukaan tanah. Gelombang seismik, seperti gelombang lainnya, akan mengalami refleksi maupun refraksi jika merambat di dua medium dengan kerapatan berbeda.

Stasiun gempa banyak dibangun sehingga memungkinkan pencatatan gempa dengan lebih lengkap. Karena gempa merupakan akibat dari penjalaran gelombang seismik, dengan mengetahui asal-usul atau sumber gelombang dan membandingkan hasil catatan tentang gelombang di setiap stasiun gempa, kita dapat memperkirakan interior Bumi.

Pada Bumi dengan lapisan model semangka, gelombang S hanya menyebar sampai sekitar 30° dari *epicenter* karena gelombang S tidak dapat melewati medium fluida yang mengisi sebagian besar dalam Bumi. Di luar area itu hanya gelombang P yang terdeteksi seismograf karena hanya gelombang jenis ini yang dapat menembus bagian dalam berupa fluida.

Hasil analisis terhadap gelombang P dan S akan sesuai dengan model lapisan Bumi mirip kelapa. Terdapat zona bayangan gelombang P dari area 105° sampai 143° dari setiap *epicenter* yang berarti inti luar merupakan fluida.

Penelitian gelombang seismik Bumi menyatakan bahwa bagian dalam Bumi terdiri dari tiga lapisan utama dengan komposisi yang berlainan. Ketiga lapisan tersebut adalah inti (*core*), selubung (*mantle*), dan kerak (*crust*). Inti terdiri dari dua bagian, yaitu inti dalam yang padat dengan kedalaman 5.150-6.370 km dan inti luar yang merupakan fluida panas dengan kedalaman 2.890-5.150 km.

Gambar 8 Sebaran Gelombang S dan P dari *Epicenter*
sumber: www.gsce.com

Di luar inti luar terdapat selubung atau mantel dengan kedalaman 650-2.890 km dan diperkirakan terdiri dari bahan-bahan silikon, magnesium, dan oksigen, serta sedikit besi, kalsium, dan aluminium. Bagian dalam mantel dengan ketebalan antara 200-300 km ini diperkirakan mempunyai

susunan kimiawi yang berbeda dari mantel luarnya.

Gambar 9 Lapisan Bumi
sumber: uh.edu

Lapisan luar setelah mantel adalah daerah transisi yang disebut mesosfer dengan kedalaman antara 400-650 km dan diperkirakan mengandung kalsium, aluminium, dan garnet. Mineral kompleks garnet menyebabkan lapisan ini mudah padat jika dingin dan meleleh jika panas. Lelehan dapat naik ke lapisan lebih tinggi sebagai magma.

Di atas daerah transisi terdapat mantel atas dengan kedalaman 10-400 km, bagian atasnya disebut astenosfer. Olivin dan piroksen merupakan mineral utama pada lapisan ini. Selanjutnya adalah kerak Bumi yang terdiri dari dua bagian, yaitu kerak samudra dan kerak benua. Kerak samudra mencapai kedalaman 10 km. Kerak ini terbentuk dari aktivitas vulkanik. Kerak benua mempunyai kedalaman 0-50 km, merupakan bagian terluar Bumi dan tersusun dari kristalin. Kerak Bumi merupakan bagian Bumi paling dingin. Batuan dingin lapisan ini disebut litosfer (lapisan yang kuat) karena mengalami deformasi secara perlahan.[]

Gempa Bumi dan Tsunami

إِذَا رُجَّتِ الْأَرْضُ رَجًّا ﴿٤﴾

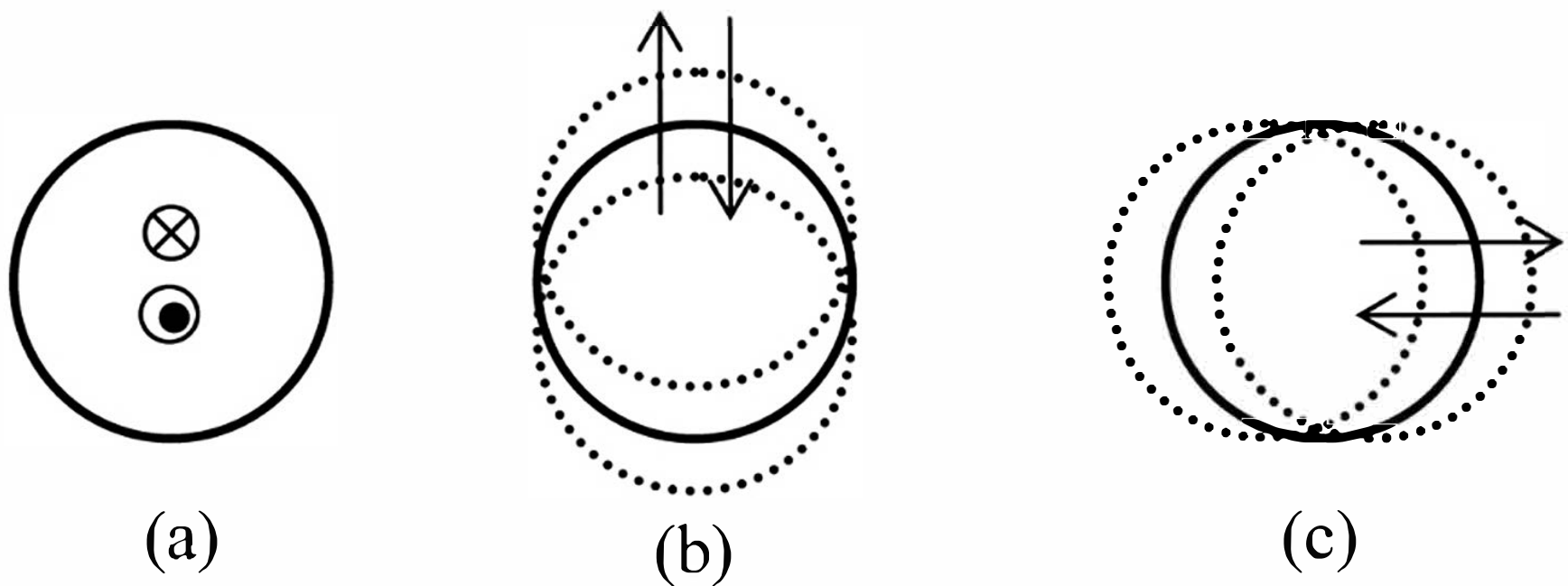
Apabila bumi diguncangkan sedahsyat-dahsyatnya. (QS Al-Wâqi'ah [56]: 4)

Ketika bumi diguncangkan dengan guncangan yang dahsyat. (QS Al-Zalzalah [99]: 1)

كَلَّآ إِذَا دُكَّتِ الْأَرْضُ دَكًّا دَكًّا ﴿٢١﴾

Sekali-kali tidak! Apabila bumi diguncangkan berturut-turut. (QS Al-Fajr [89]: 21)

Rajja-yarujju-rajjan رج – يرج – رجا (menggetarkan, menggoyahkan, menggerakkan); *zalzala-zalzalatan-zilzâlan* زلزل – زلزلة – زلزا لا (mengguncangkan, menggemparkan); *dakka-yadukku-dakkan* دك – يدك – دكا (merobohkan, menghancurkan). *Rujjat* رجت, *zulzilat* زلزلت, dan *dukkat* دكت adalah *fi'il majhul* dari masing-masing *fi'il* di depan dan bersandar pada *dhamîr* hiya هي karena *al-ardhu* الأرض adalah *isim mu'annats.*

Bumi digetarkan dan diguncang. Bagaimana menggetarkan dan mengguncangkan Bumi itu? Bergetar adalah bergerak berulang-ulang dengan cepat, bergerak bolak-balik atas-bawah, kiri-kanan, seperti gerak bola yang diikat pegas.

Gambar 1 Bola Bergetar (a) Maju-Mundur, (b) Naik-Turun, (c) Kiri-Kanan

Mungkinkah Bumi diguncang seperti itu? Mungkin saja, mengingat Bumi berada dalam genggaman-Nya (*qabdhatuhu* قبضته). Allah dapat melakukan hal tersebut dengan mudah.

وَمَا قَدَرُوا اللّٰهَ حَقَّ قَدْرِهٖ ۖ وَالْاَرْضُ جَمِيْعًا قَبْضَتُهٗ يَوْمَ الْقِيٰمَةِ وَالسَّمٰوٰتُ مَطْوِيّٰتٌۢ بِيَمِيْنِهٖ ۗ سُبْحٰنَهٗ وَتَعٰلٰى عَمَّا يُشْرِكُوْنَ ﴿٦٧﴾

Dan mereka tidak mengagungkan Allah sebagaimana mestinya, padahal bumi seluruhnya dalam genggaman-Nya pada Hari Kiamat dan langit digulung dengan tangan kanan-Nya. Mahasuci Dia dan Mahatinggi Dia dari apa yang mereka persekutukan. (QS Al-Zumar [39]: 67)

Qabadha-yaqbidhu-qabdhan قبضا – يقبض – قبض (menggenggam). *Mathwiyyun* مطوي (yang dilipat) dari *fi'il thawâ-yathwî-thayyan* طيا – يطوي – طوي (melipat).

Andai Bumi diguncangkan seperti itu, seluruh penduduk muka Bumi akan merasakannya, tanpa kecuali. Sedangkan getaran yang pernah ada, hanya dirasakan secara parsial. Artinya, orang-orang di daerah tertentu saja yang merasakan getaran, sedangkan orang yang tinggal di daerah lain tidak merasakannya. Meskipun cuma sebagian, getaran Bumi dapat menimbulkan kerusakan yang hebat dan menelan korban jiwa yang tidak sedikit.

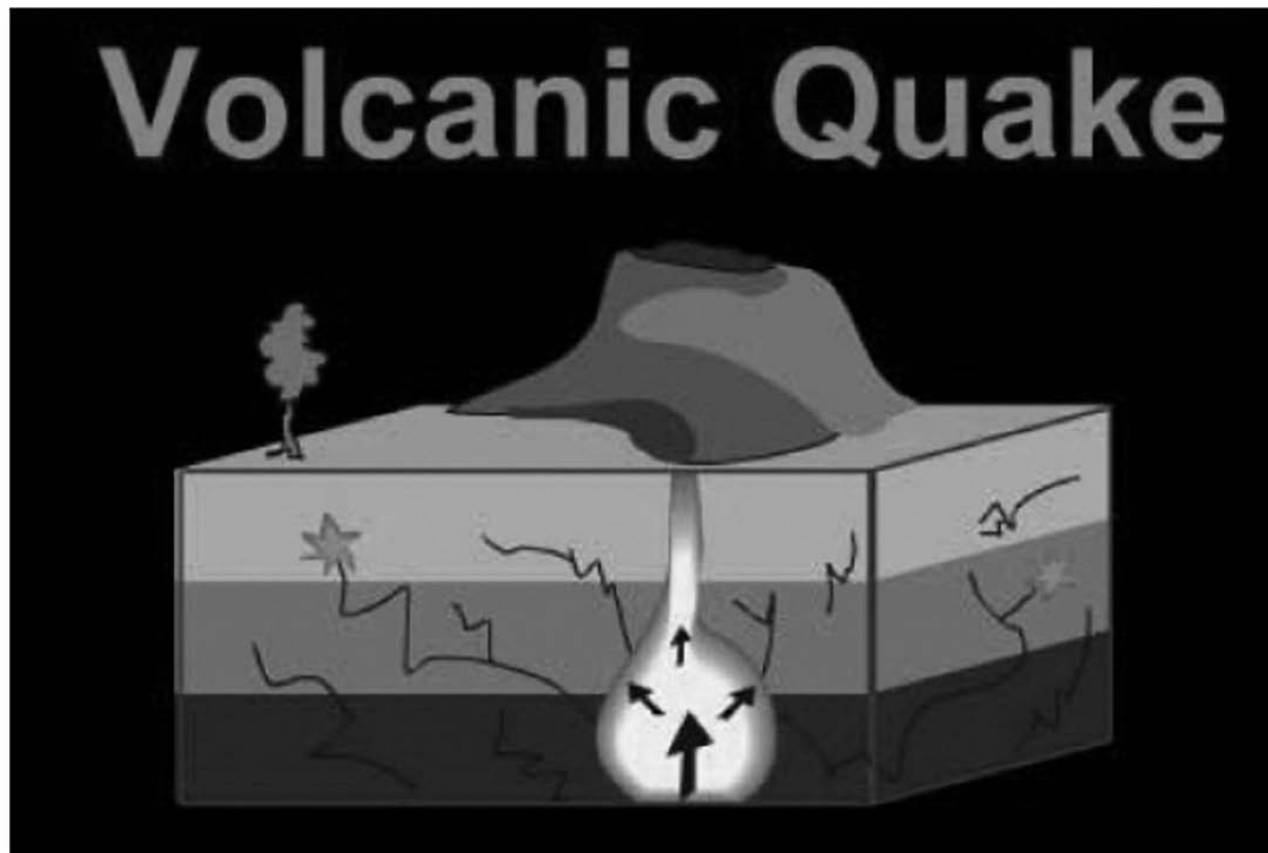
Sudah merasa amankah kamu, bahwa Dia yang di langit tidak akan membuat kamu ditelan bumi ketika tiba-tiba ia terguncang? (QS Al-Mulk [67]: 16)

Khasafa-yakhsifu-khusûfan خسف – يخسف – خسوفا (lenyap dan hilang, tenggelam); *tamawwara* تمور (berjalan bolak-balik).

Getaran atau guncangan tersebut dikenal sebagai gempa Bumi. Mengapa guncangan Bumi dapat terjadi di tempat tertentu? Kemungkinan guncangan terjadi pada lapisan Bumi paling luar sehingga perhatian diarahkan pada lapisan terluar. Bagaimana getaran terjadi?

Pengalaman menyatakan bahwa tanah bergetar ketika benda berat jatuh ke tanah. Makin besar dan berat benda, makin terasa getaran yang ditimbulkan. Bayangkan jika yang jatuh adalah benda langit seperti meteor atau asteroid. Niscaya getarannya akan cukup kuat dan dapat dirasakan dalam satu-dua desa. Getaran atau gempa ini memang jarang terjadi.

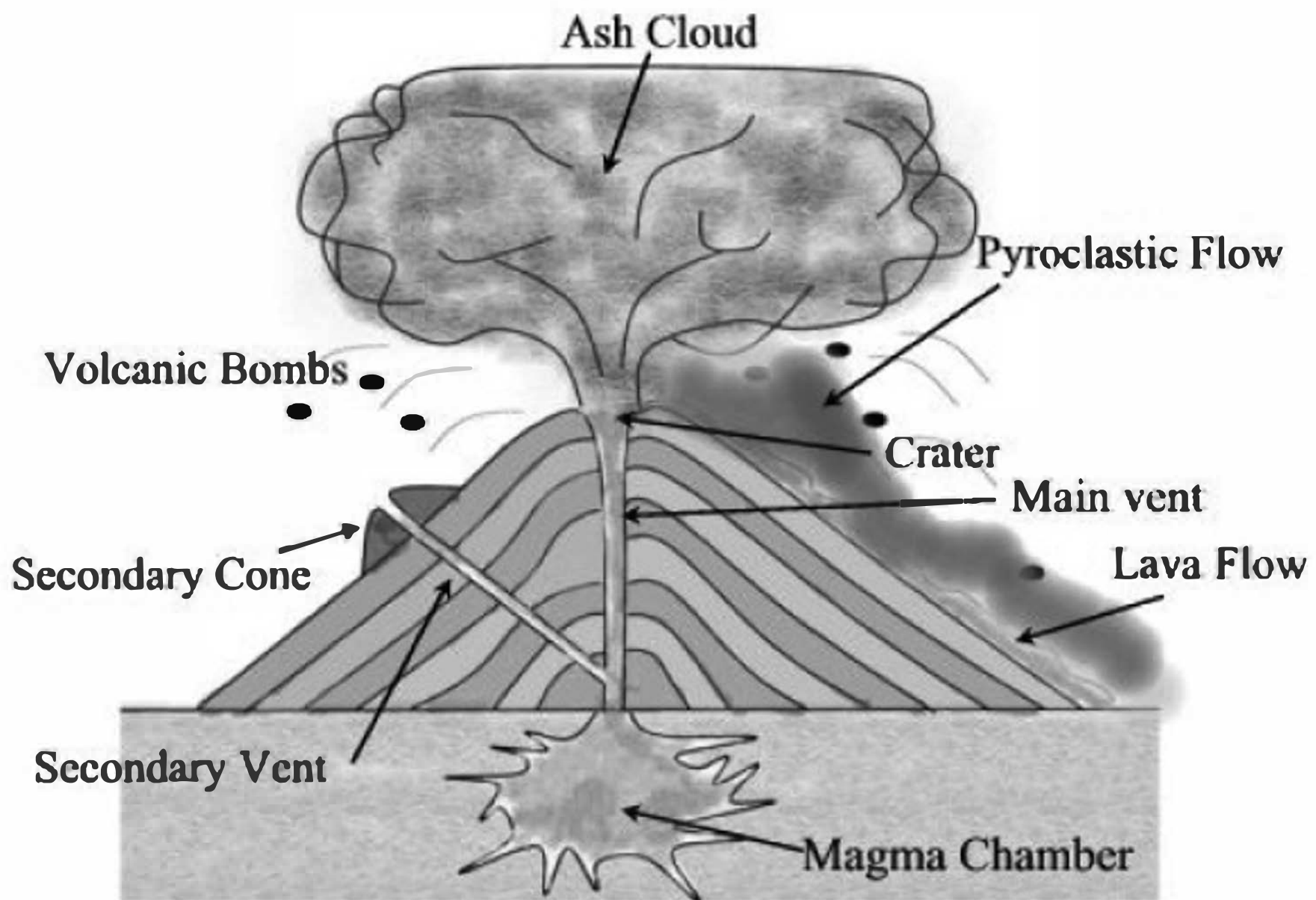
Getaran juga dapat terjadi akibat reruntuhan di daerah penambangan batu kapur, pasir, atau lainnya, tetapi hal tersebut jarang terjadi. Selain itu, getaran juga dapat terjadi karena ledakan yang dilakukan

Gambar 2 Bekas Meteor Jatuh
sumber: Scientificamerican.com

Gambar 3 Magma dan Gempa Vulkano
sumber: www.mms.nps.gov

manusia, seperti ledakan dinamit atau uji coba nuklir. Uji coba nuklir biasanya dilakukan di daerah yang jauh dari hunian sehingga dampaknya tidak akan memengaruhi penduduk di sekitarnya.

Tumbukan dan ledakan merupakan kata kunci terjadinya gempa. Tumbukan dan ledakan yang disebut tadi menghasilkan gempa yang relatif kecil. Ledakan yang agak besar dapat berasal dari letusan gunung berapi. Sebelum meletus, magma menabrak rongga gunung yang semakin lama semakin kuat dan menyebabkan terjadinya ledakan. Gempa akibat gerakan magma di lapisan dalam Bumi ini dikenal sebagai gempa vulkanik dan hanya dirasakan di daerah sekitar gunung yang masih aktif dan mau meletus.

Gempa dapat terjadi sebelum, selama, maupun setelah gunung meletus. Lokasi atau kedalaman magma yang menyebabkan letusan pun bervariasi, dari kedalaman sampai 2 km yang menyebabkan gempa ledakan dan gempa dangkal, hingga kedalaman sampai 30 km yang menghasilkan gempa yang mirip gempa tektonik.

Sekitar 90 persen gempa yang biasa terjadi merupakan gempa tektonik, yaitu gempa yang disebabkan lempengan atau lapisan Bumi yang bergeser tiba-tiba. Bumi, seperti telah dibahas pada bab terdahulu, terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan terluar Bumi disebut litosfer yang padat dan keras. Lapisan ini tidak utuh menyelimuti Bumi. Ia berbentuk

Gambar 4 Magma
sumber: glogster.com

pecahan-pecahan yang disebut *lempeng*. Lempeng-lempeng ini berada di atas lapisan mantel yang bersifat plastis dan disebut astenosfer. Lempeng-lempeng ini dapat dikatakan mengambang di atas lapisan astenosfer dan karena adanya arus konveksi, lempeng-lempeng tersebut saling bergerak. Pergerakan lateral lempeng memang tidak terasa oleh manusia yang tinggal di atasnya karena geraknya sangat lambat 50-100 mm per abad atau 0,5-1 mm per tahun, tetapi cukup berarti untuk Bumi yang berusia hampir 5 miliar tahun.

Gerak lempeng dapat diklasifikasi menjadi tiga, yaitu gerak saling menjauh atau *divergen*, bertumbukan atau *konvergen*, dan gerak menyamping atau *transform*. Pada kasus gerak konvergen, dua lempeng akan terus mendorong dan energi tersimpan makin besar sampai akhirnya batuan tidak mampu lagi menahan energi itu, lalu batuan tersebut akan patah.

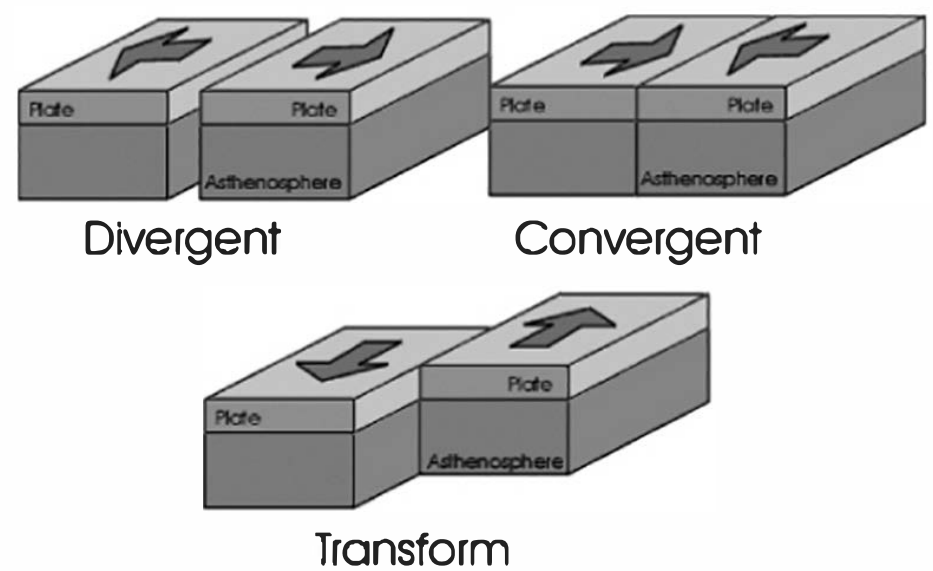
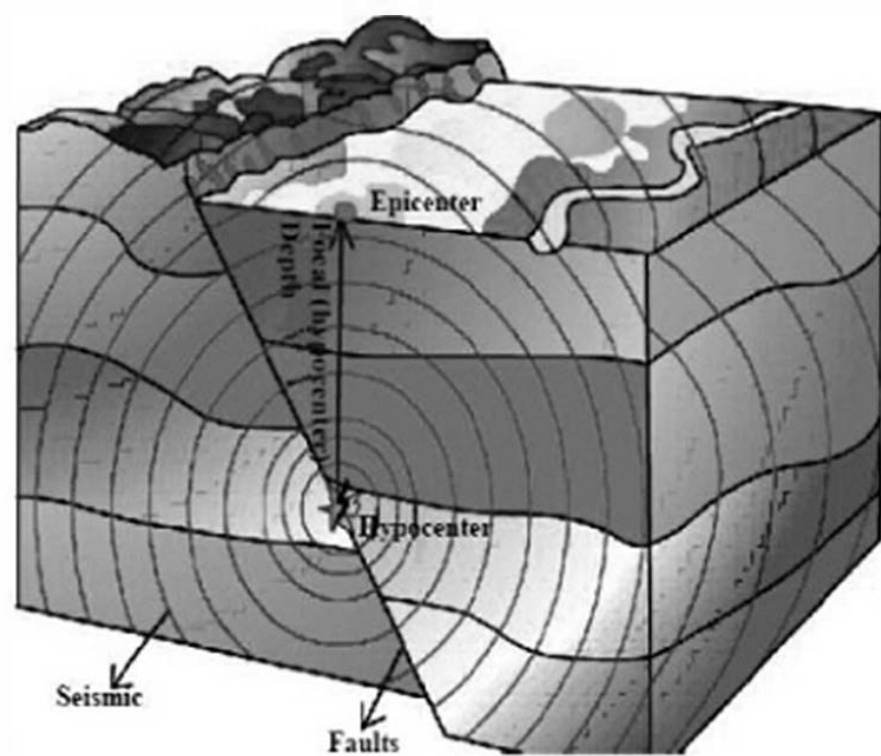
Gambar 5 Tiga Pola Gerak Lempeng
sumber: edu.glogster.com

Seperti karet gelang, batuan sebenarnya mempunyai daya lentur atau elastisitas, tetapi ketika elastisitas batuan terlampaui, batuan tersebut akan patah seperti karet putus. Karet yang terputus akibat tarikan yang terlalu besar akan mementalkan karet dan cukup sakit bila terkena kulit tubuh. Patahnya batuan juga demikian, akan menyebabkan getaran tiba-tiba yang sangat kuat. Getaran ini merambat ke segala arah dan sampai ke permukaan Bumi sehingga terasalah gempa.

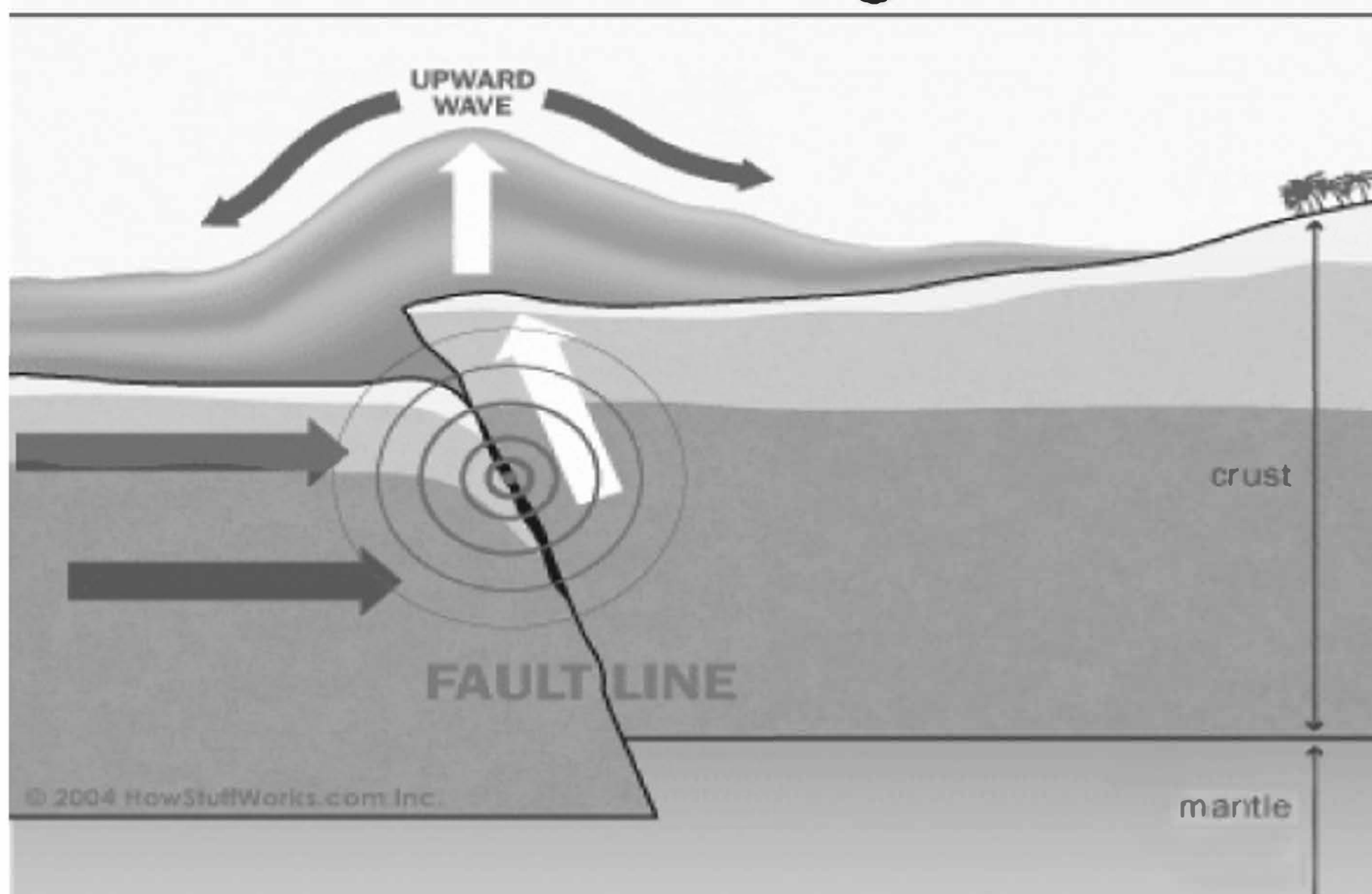
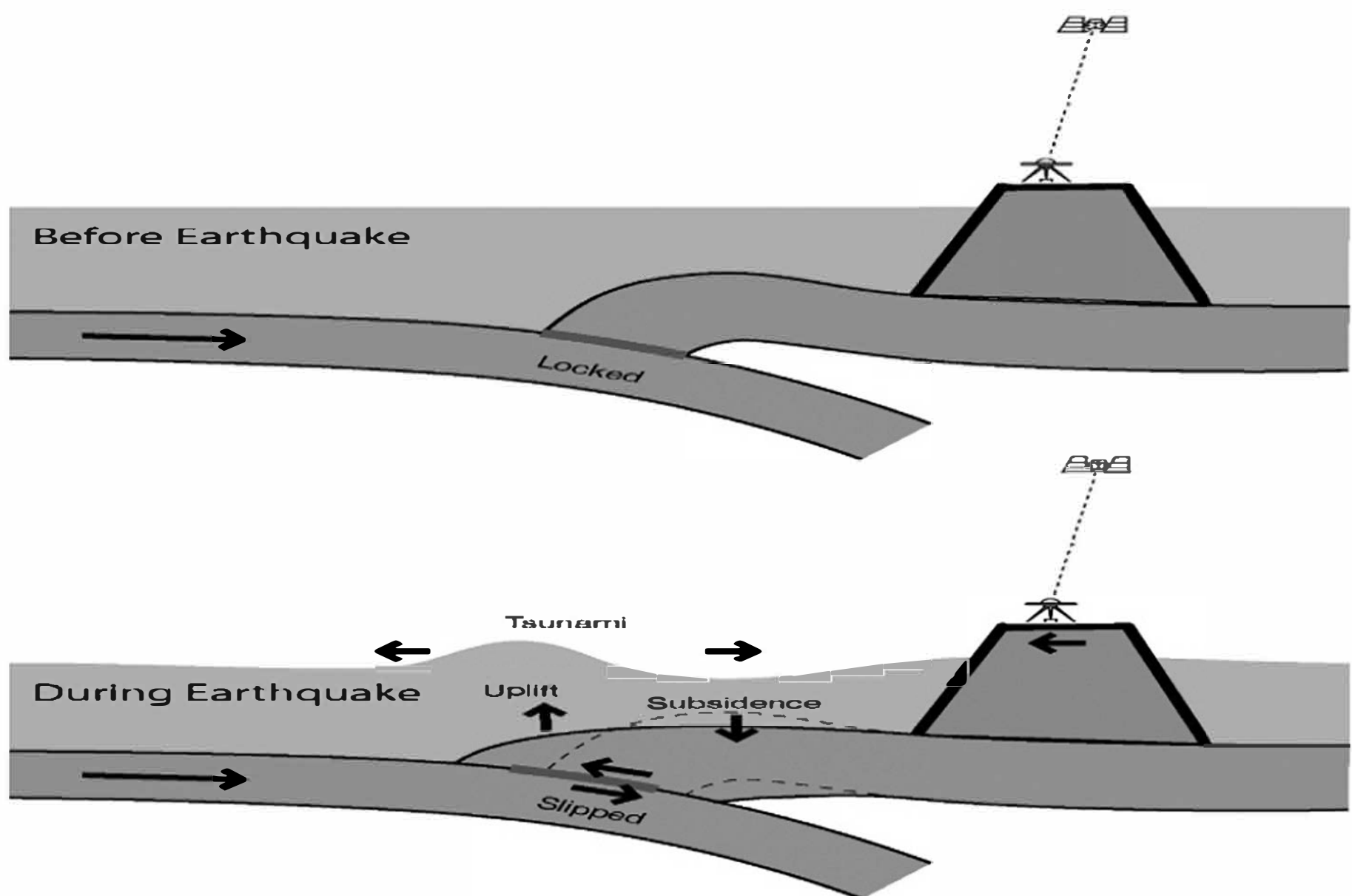
Dengan demikian, gempa merupakan getaran tiba-tiba yang terjadi di kedalaman tertentu akibat patahan lempeng. Patahan lempeng ini yang menjadi sumber gempa (*hypocenter*) dan permukaan Bumi tepat di atas *hypocenter* disebut *epicenter*. Energi pelepasan dari patahan lempeng menyebar dan dikenal sebagai gelombang seismik sampai akhirnya sampai di permukaan Bumi dan terasalah gempa.

Gempa sering terjadi di daerah perbatasan lempeng karena di perbatasan inilah tumbukan antarlempeng terjadi. Selain gempa, di daerah sepanjang batas lempeng juga dapat terjadi aktivitas vulkanik, pembentukan gunung, ataupun pembentukan palung samudra.

Belakangan ini gempa kadang dikaitkan dengan peristiwa yang disebut tsunami. Apa itu tsunami? Mengapa dikaitkan dengan gempa? Tsunami berasal dari kata dalam bahasa Jepang yang tersusun dari dua huruf kanji *tsu* dan *nami* (津 波). *Tsu* berarti pelabuhan, sedangkan *nami* berarti gelombang. Secara harfiah, tsunami berarti ombak besar di pelabuhan. Gelombang besar di pelabuhan ini disebut dengan istilah Jepang karena peristiwa ini paling banyak terjadi di negeri tersebut. Bagaimana ombak besar dapat terjadi? Seberapa besar ombak?

Tsunami adalah perpindahan badan air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara vertikal dengan tiba-tiba. Tsunami terjadi karena adanya gangguan impulsif terhadap air laut akibat ter-

Gambar 6 Getaran dari Pusat Gempa (*Hypocenter*)
sumber: cwb.gov.tv

jadinya perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba. Gerakan vertikal pada kerak Bumi dapat mengakibatkan dasar laut naik atau turun secara tiba-tiba, yang mengakibatkan gangguan keseimbangan air yang berada di atasnya. Gerakan vertikal ini dapat terjadi pada patahan Bumi atau sesaran. Hal ini mengakibatkan terjadinya aliran energi air laut, yang ketika sampai di pantai menjadi gelombang besar yang mengakibatkan terjadinya tsunami.

Gempa Bumi juga banyak terjadi di daerah subduksi, ketika lempeng samudra menelusup ke bawah lempeng benua. Tanah longsor yang terjadi di dasar laut serta runtuhan gunung api juga dapat meng-

Gambar 7 Tsunami oleh Patahan
sumber: geol105naturalhazards.voices.wooster.edu

Gambar 8 Tsunami Zona Subduksi
sumber: earth.northwestern.edu

akibatkan gangguan air laut yang dapat menghasilkan tsunami. Gempa menyebabkan terjadinya gerakan tegak lurus pada lapisan Bumi. Akibatnya, dasar laut naik-turun secara tiba-tiba sehingga keseimbangan air laut yang berada di atasnya terganggu.

Kecepatan gelombang tsunami bergantung pada kedalaman laut tempat gelombang terjadi. Kecepatannya dapat menyamai kecepatan pesawat, ratusan kilometer per jam. Ketika mendekati pantai, kecepatan menurun. Ketika tsunami mencapai pantai, kecepatannya seperti kecepatan kendaraan darat, yakni sekitar 50 km/jam. Dengan kecepatan ini ditambah volume air yang besar, energi tsunami masih cukup besar sehingga dapat merusak daerah pantai yang dilaluinya.

Di tengah laut, tinggi gelombang tsunami hanya beberapa cm hingga beberapa meter, tetapi saat mencapai pantai, tinggi gelombangnya dapat mencapai puluhan meter. Hal ini terjadi akibat adanya penumpukan massa air. Saat mencapai pantai, tsunami merayap ke daratan, jauh dari garis pantai dengan jangkauan mencapai beberapa ratus meter bahkan beberapa kilometer.

Tsunami Aceh yang terjadi pada 26 Desember 2004 adalah tsunami terbesar di Indonesia, korban meninggal sekitar 250.000 jiwa. Tinggi tsunami di pantai mencapai 35 meter dan kapal laut dengan ukuran cukup besar terdorong dan terdampar di daratan sejauh sekitar 4 km dari pantai.

Gambar 9 Skema Tsunami
sumber: http://id.wikipedia.org

Tsunami juga dapat terjadi akibat meteor atau asteroid yang jatuh di laut. Perhatikan permukaan air tenang yang kejatuhan kerikil, akan terjadi riak atau gelombang kecil yang terus meluas. Makin besar kerikil, makin besar riak. Demikian pula jika kerikil dilempar, bukan dilepaskan biasa. Artinya, makin tinggi kecepatan kerikil, makin besar riak. Meteor dapat dipandang sebagai kerikil raksasa dengan radius berukuran km, maka riak atau gelombang yang ditimbulkan dapat menjadi sangat besar dan terjadilah tsunami.

Gambar 10 Riak Air oleh Kerikil Jatuh
sumber: 123rf.com

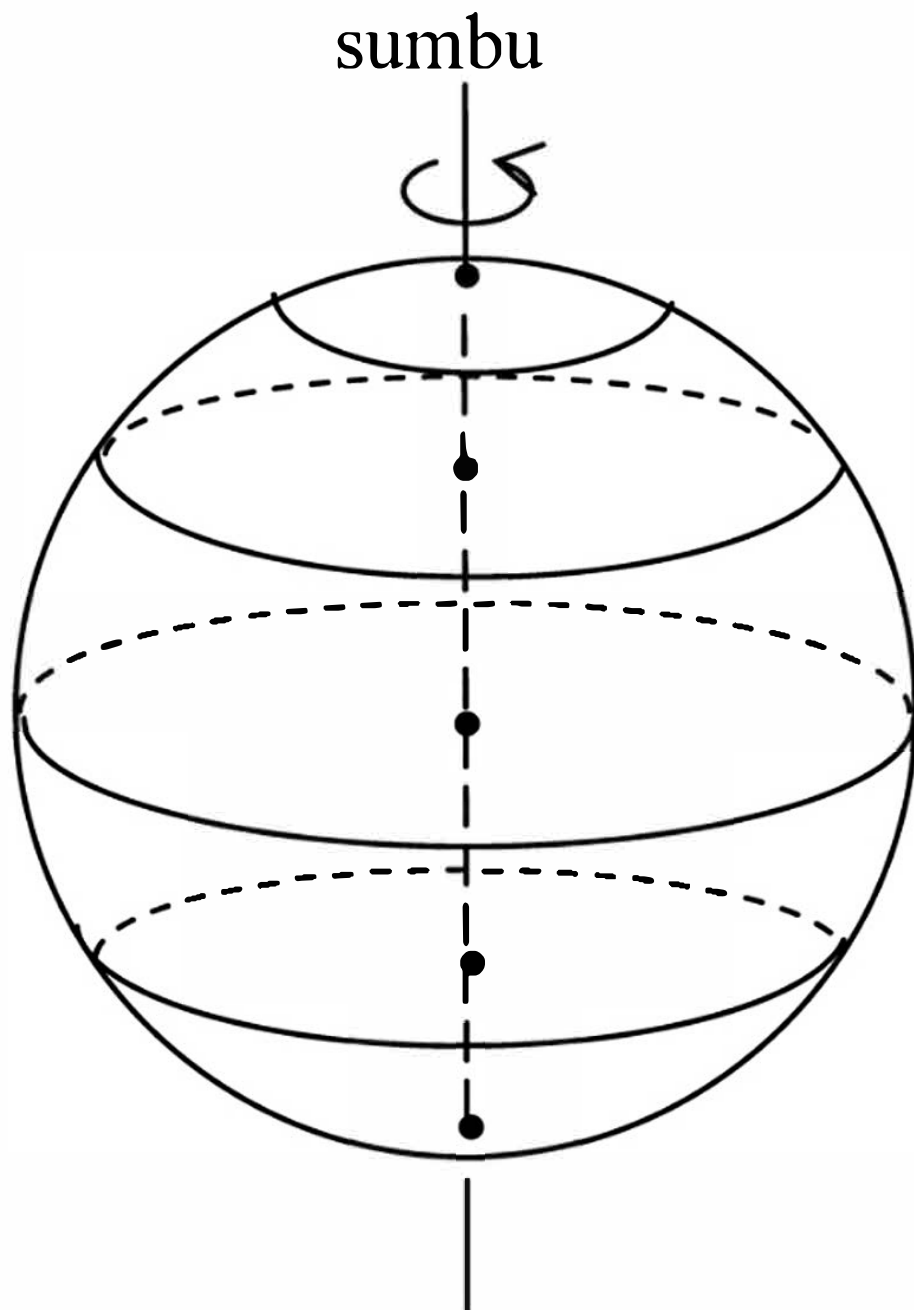
Hari Tanpa Malam

Dan dari sebagian malam, sujudlah kepada-Nya dan bertasbihlah kepada-Nya pada malam yang panjang. (QS Al-Insân [76]: 26)

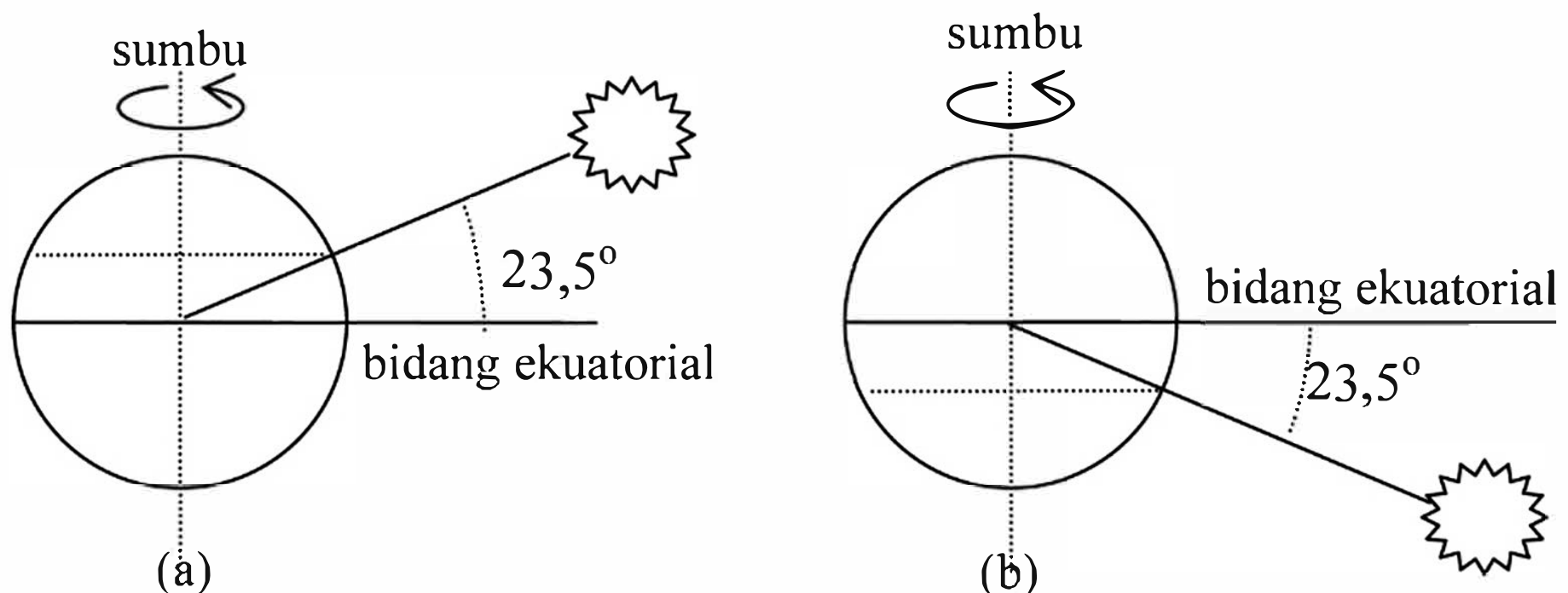
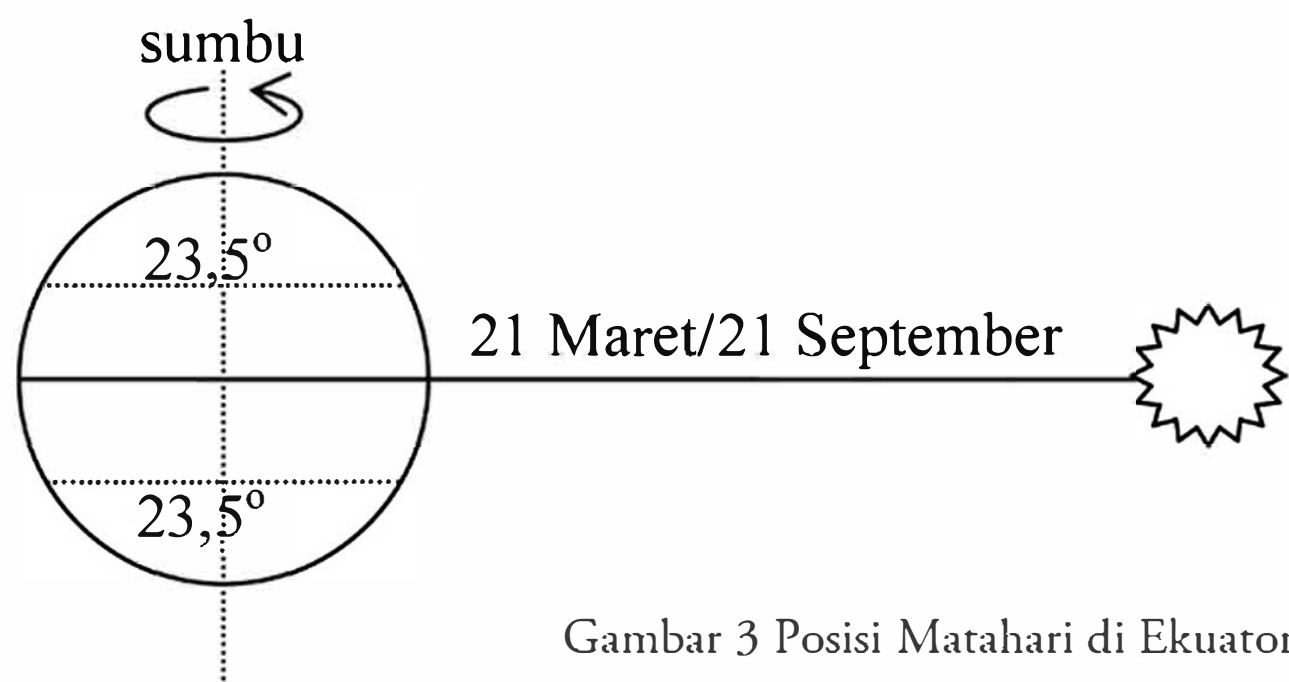
Analisis terdahulu menuntun pada simpulan bahwa Bumi bundar dan bergerak rotasional. Simpulan ini menuntun pada perputaran siang-malam. Kalau sehari-semalam berlangsung 24 jam, ia terbagi 12 jam siang dan 12 jam malam. Artinya, ukuran jika malam disebut malam yang panjang, semestinya juga terdapat siang yang panjang. Namun, tidak ada ayat yang menyatakan *nahârun thawîlun* نهار طويل (siang yang panjang).

Lantas, apa maksud ayat ini dalam perspektif fenomena alam? Tafsir umum yang diberikan biasanya terkait dengan keadaan psikologis manusia. Pada siang hari, manusia sibuk sehingga tidak terasa siang berlalu dan malam menjelang. Sebaliknya, pada malam hari, umumnya manusia beristirahat sehingga malam terasa sangat panjang. Tafsir yang sah. Akan tetapi, pada pembahasan kali ini dipertanyakan dari sisi periode siang dan periode malamnya itu sendiri.

Dan dengan waktu malam, apakah kamu tidak memikirkannya? (QS Al-Shâffât [37]: 138)

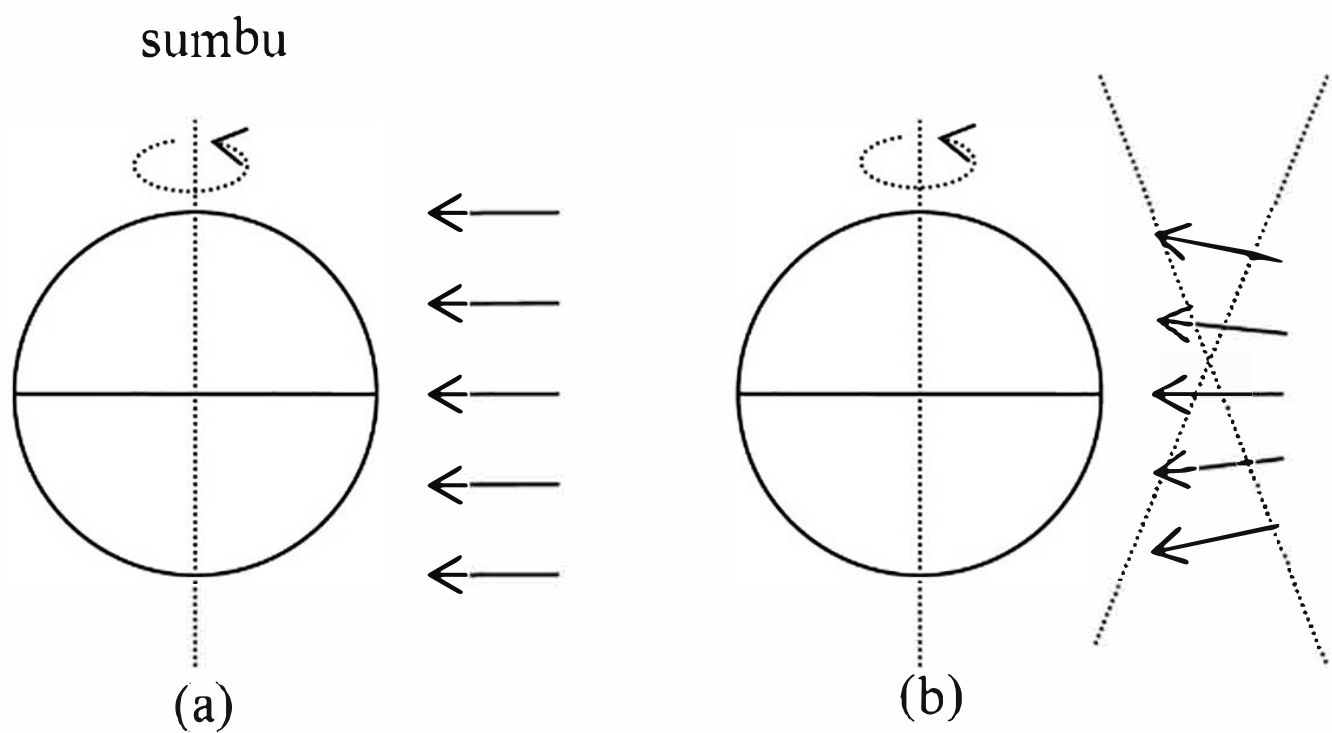
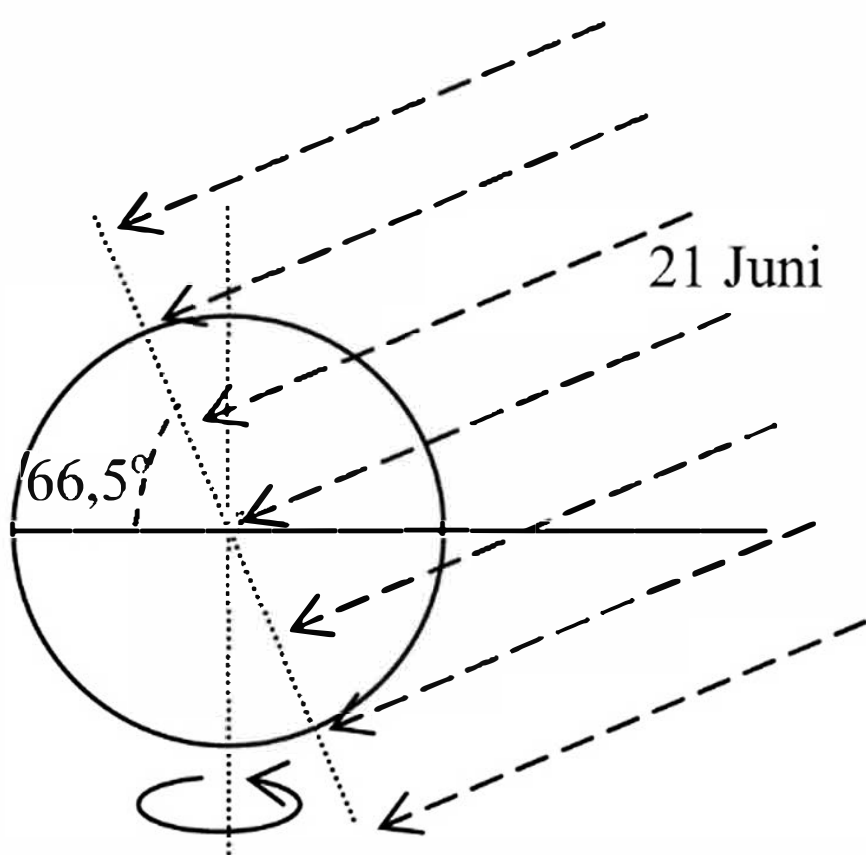
Penerimaan gerak rotasi Bumi memaksa adanya poros rotasi. Kita telah mendapatkan garis-garis lintang yang sejajar. Garis-garis ini mewakili posisi Matahari pada hari tertentu. Tuntutan adanya poros atau

Gambar 1 Sumbu Rotasi Bumi

sumbu rotasi Bumi dapat dengan mudah terjawab jika melibatkan garis-garis lintang yang membentuk permukaan lingkaran. Titik pusat semua lingkaran garis lintang dilalui oleh poros rotasi Bumi.

Surah Al-Shâffât (37): 5 dan pengamatan para peneliti memperlihatkan bahwa Matahari mempunyai banyak tempat terbit, tidak hanya pada satu lintang tertentu. Penentuan posisi Matahari dapat dilakukan dengan mengamati tempat terbit pada pagi hari atau bayang-bayang suatu batang pada permukaan datar, seperti prosedur penentuan timur-barat terdahulu. Karena dalam rentang setahun musim mengalami pengulangan, pengamatan harus dilakukan sedikitnya satu tahun. Namun, jika hanya untuk penentuan posisi maksimum lintang utara dan lintang selatan, pengamatan dapat dilakukan pada musim dingin dan musim panas saja.

Gambar 2 Posisi Maksimum Matahari

Gambar 3 Posisi Matahari di Ekuator

Pengamatan saksama dan berulang menunjukkan posisi maksimum Matahari berada di 23,5° lintang utara dan 23,5° lintang selatan. Maksimum pertama sekitar 21 Juni dan maksimum kedua sekitar 21 Desember. Berdasarkan pengetahuan ini, kita dapat memperkirakan waktu Matahari berada di antara kedua maksimum, yakni di ekuator, sekitar 21 Maret dan 21 September.

Mengingat jarak Matahari-Bumi maupun Bulan-Bumi sangat besar, maka cahaya Matahari dan Bulan sampai di Bumi dalam arah sejajar, bukan menyebar sebagaimana Gambar 4. Ketika posisi Matahari berada di ekuator ini, seluruh permukaan Bumi, kecuali daerah kutub, yakni daerah yang dilalui sumbu rotasi, mengalami kurun waktu siang sama dengan kurun waktu malam, 12 jam.

Rentang malam dan siang akan berbeda jika Matahari tidak berada di ekuator. Kita lihat kasus ekstrem, yakni ketika Matahari berada di lintang maksimum 23,5° lintang utara.

Gambar 4 Sinar Matahari dan Bulan Datang Sejajar ke Bumi

Gambar 5 Cahaya dari Posisi Maksimum Matahari

Gambar 5 menunjukkan bahwa daerah di atas 66,5° lintang utara selalu mendapat sinar Matahari meskipun Bumi berotasi. Karena terus mendapat cahaya Matahari, dalam 24 jam wilayah ini akan dalam keadaan siang tanpa malam. Sebaliknya, wilayah di bawah 66,5° lintang selatan tidak pernah mendapatkan cahaya Matahari meski Bumi berotasi. Wilayah ini akan mengalami malam tanpa siang selama 24 jam.

Norwegia, Finlandia, dan Swedia merupakan contoh tiga negara yang berada di kisaran 60° lintang utara. Alaska, Kanada utara, dan Rusia utara adalah wilayah di atas 66,5° lintang utara. Untuk wilayah selatan, di bawah 40° lintang selatan tidak terdapat wilayah daratan, hanya samudra tak berpenghuni.

Sementara itu, daerah di antara batas dua maksimum siang dan malam mengalami variasi dari 0 sampai 24 jam. Waktu siang di daerah utara lebih dari 12 jam, sedangkan waktu malam lebih pendek dari itu. Wilayah lintang selatan mengalami situasi sebaliknya, malam berlangsung lebih panjang daripada siang.

Keadaan berbalik pada waktu sekitar 21 Desember. Negeri-negeri di lintang utara yang mempunyai empat musim akan mengalami musim dingin, sedangkan negeri serupa di lintang selatan mengalami musim panas.

Gambar 6 Variasi Malam di Setiap Lintang

Arab Saudi adalah negeri di wilayah ekuator. Secara umum, waktu malamnya lebih panjang

daripada siang, pada saat yang lain terjadi sebaliknya. Indonesia merupakan negeri yang dilalui ekuator, karena itu tidak mempunyai perbedaan waktu siang dan malam secara signifikan sepanjang tahun.

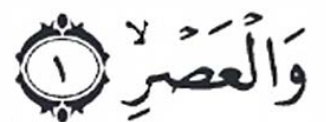
Itulah siang dan malam secara alamiah. Kurun waktunya tidak selalu sama. Berikut daftar kurun waktu siang *t* ketika Matahari berada di posisi maksimum (deklinasi δ) 23°27′ lintang utara, yakni pada 21 Juni untuk daerah-daerah lintang utara Φ, menggunakan perkiraan tanpa atmosfer, $t = 2 \cos^{-1}(\tan \Phi \tan \delta)/15$.

21 Juni, Matahari di 23°27′ lintang utara			
No	lintang (utara) daerah	24 jam	
		siang	malam
1	50°	16 jam 09 menit	7 jam 51 menit
2	55°	17 jam 06 menit	6 jam 54 menit
3	60°	18 jam 30 menit	5 jam 30 menit
4	65°	21 jam 08 menit	2 jam 52 menit
5	66°	22 jam 16 menit	1 jam 44 menit
6	66°30′	23 jam 28 menit	0 jam 32 menit
7	66°33′	24 jam 00 menit	0 jam 00 menit

Daerah dengan lintang lebih besar dari 66°33′ sampai kutub utara, mengalami siang selama 24 jam pada 21 Juni. Bahkan, untuk daerah lebih utara, siang berlangsung terus-menerus tanpa malam selama beberapa hari. Berikut adalah jumlah hari untuk daerah yang selalu siang dalam 24 jam.

No	lintang	Jumlah hari tanpa malam
1	66°35′	5
2	66°38′	9
3	66°40′	11
4	66°45′	15
5	66°50′	18
6	66°55′	20
7	67°00′	22

Satuan Waktu: Hari dan Tahun

Demi masa. (QS Al-'Ashr [103]: 1)

'Ashrun-'ishrun-'ushrun عَصْرٌ – عِصْرٌ – عُصْرٌ dengan jamak taksir 'ushûrun-u'shurun-'ushurun-a'shârun أَعْصُرٌ – عُصُرٌ – أَعْصَارٌ – عُصُورٌ (masa, zaman, waktu ashar, petang, dan sore).

Allah bersumpah atas nama makhluk-Nya, waktu. Apa itu waktu? Pertanyaan yang sulit dijawab meski tidak ada seorang pun yang tidak merasakannya. Ketika seorang bayi tumbuh menjadi bocah yang lincah berlarian, ia telah mengalami pertumbuhan fisik dan menjalani hidup yang diukur dalam ukuran waktu sejak bayi tersebut dilahirkan dari rahim ibunya. Anak tersebut berusia sekian tahun sekian bulan sekian hari.

Waktu ditandai dengan fenomena alam. Teraturnya kemunculan Matahari merupakan basis pengukuran waktu yang paling sederhana. Terbitnya Matahari di ufuk timur menandai awal siang, sedangkan terbenamnya menandai malam. Peristiwa siang dan malam menandai kurun waktu hari, bahkan tahun.

وَجَعَلْنَا الَّيْلَ وَالنَّهَارَ اٰيَتَيْنِ فَمَحَوْنَآ اٰيَةَ الَّيْلِ وَجَعَلْنَآ اٰيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً لِّتَبْتَغُوْا فَضْلًا مِّنْ رَّبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُوْا عَدَدَ السِّنِيْنَ وَالْحِسَابَۗ وَكُلَّ شَيْءٍ فَصَّلْنٰهُ تَفْصِيْلًا ﴿١٢﴾

Dan Kami jadikan malam dan siang sebagai dua tanda (kebesaran Kami), kemudian Kami hapuskan tanda malam dan Kami jadikan tanda siang itu terang benderang agar kamu (dapat) mencari karunia dari Tuhanmu, dan agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Dan segala sesuatu telah Kami terangkan dengan jelas. (QS Al-Isrâ' [17]: 12)

Maha͟â-yamh͟û-mah͟wan محوا – يمحو – محا (menghilangkan, menghapus). *'Adda-ya'uddu-'addan* عدا – يعد – عد (menghitung, membilang, mengira). *'Addun-'adadun* عدد – عد (angka, bilangan, hitungan). *Sinîn* سنين adalah jamak taksir *sinûn* سنون dari *sanatun* سنة (tahun) dan *mabni jar*.

Malam dan siang dapat menjadi dasar hitungan tahun. Bagaimana mungkin? Siang adalah waktu yang sama dengan malam, tetapi dengan tanda yang berbeda, tanda malam yakni gelap, dihapus atau dihilangkannya gelap jadilah siang.

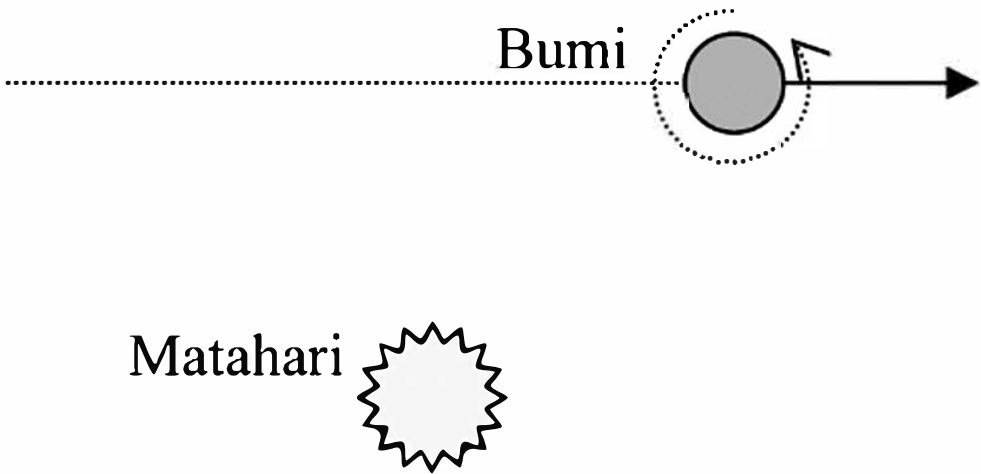
Satuan waktu berikutnya adalah musim. Ada negeri yang mempunyai empat musim, ada yang hanya dua musim. Musim-musim ini berlangsung secara berkala dan teratur dalam rentang waktu tertentu. Manusia suka menandai musim tertentu dengan kegiatan tertentu.

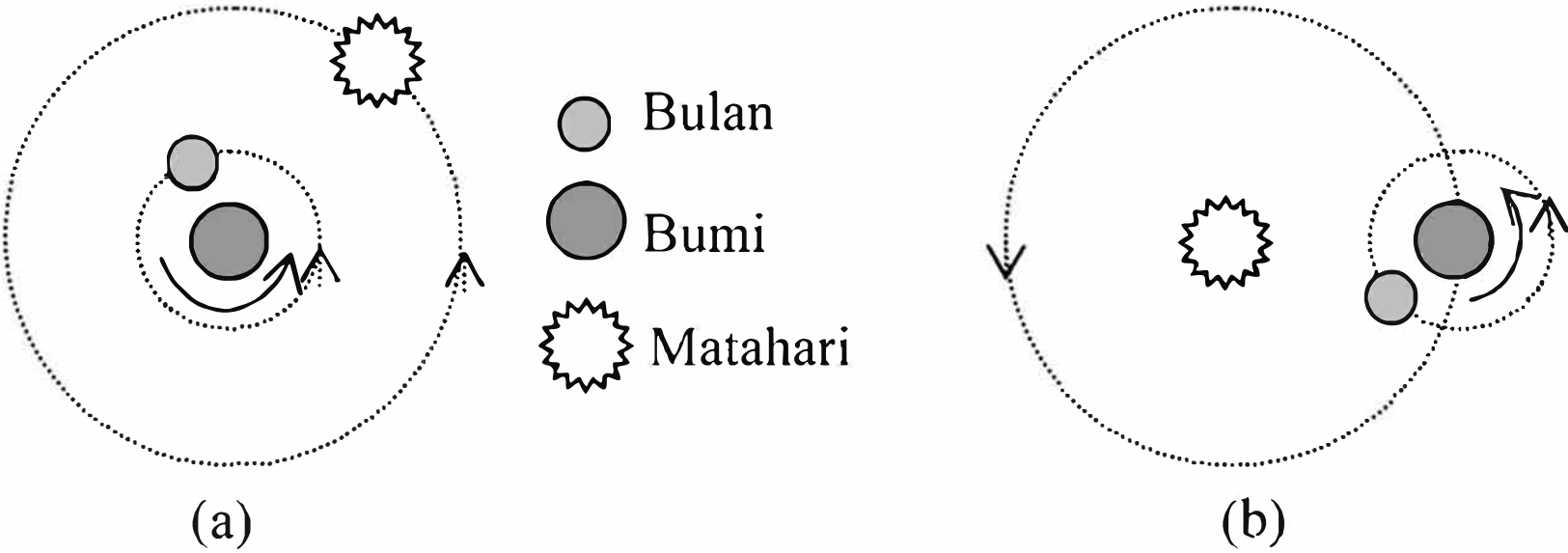
(Yaitu) kebiasaan mereka bepergian pada musim dingin dan musim panas. (QS Quraisy [106]: 2)

Rih͟latun رحلة (piknik, darmawisata). *Syitâ'un* شتاء dengan jamak taksir *asytiyatun* اشتية, (musim dingin); *shaifun* صَيف dengan jamak taksir *ashyâfun* أصْياف (musim panas).

Musim dingin dan musim panas merupakan keadaan ekstrem. Di antara keduanya terdapat dua musim medium yang tidak dingin dan tidak panas, yaitu musim semi dan musim gugur. Urutan keempat musim tersebut adalah musim semi, panas, gugur, dan dingin. Musim ini berulang dalam kurun waktu tertentu dan terkait dengan lintang posisi Matahari yang juga berulang dari selatan ke utara, kembali ke selatan lagi, dan seterusnya.

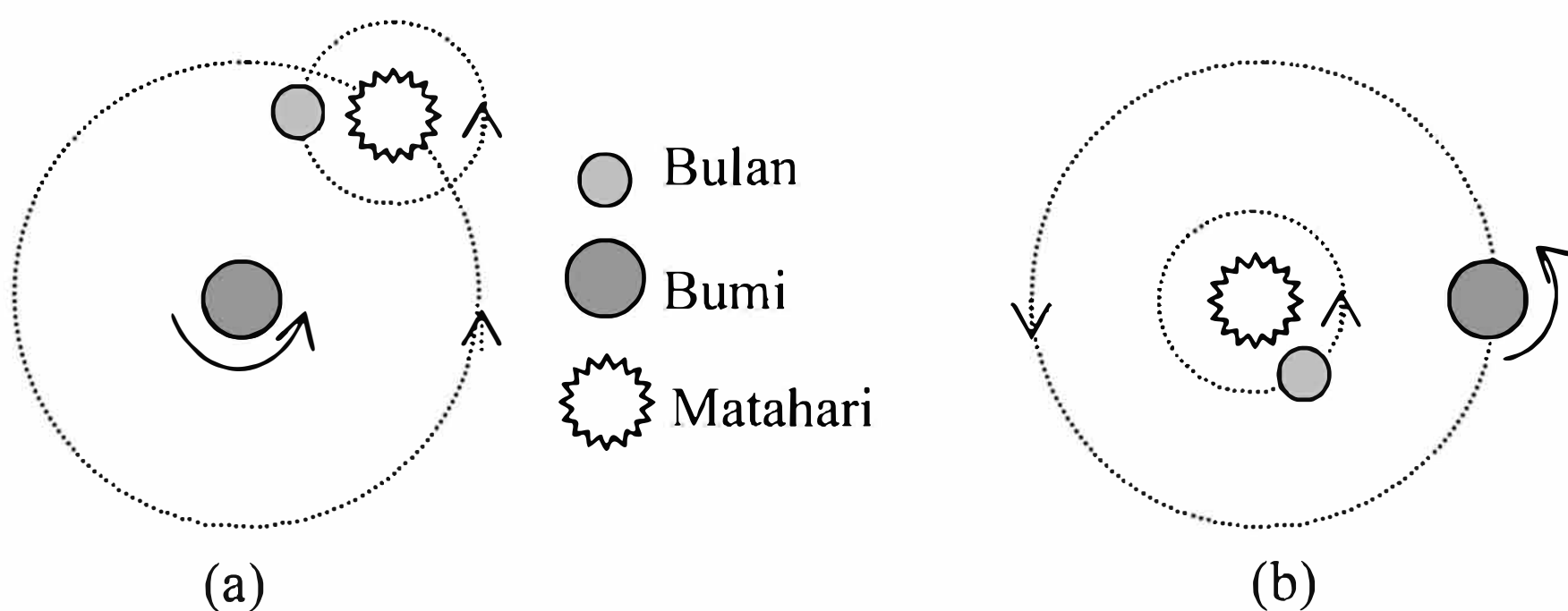
Sekarang kita kembali pada Bulan, Bumi, Matahari, dan geraknya. Analisis ayat demi ayat yang dikonfirmasi dengan fakta alam dalam uraian terdahulu memberi simpulan bahwa Bumi bergerak rotasional maupun translasional. Gerak rotasi memberi fenomena siang dan malam. Namun, bagaimana dengan gerak translasi Bumi? Ke mana Bumi bergerak?

Mengingat posisi relatif Bumi dan Matahari dalam ribuan bahkan jutaan tahun yang senantiasa tampak sama, hal ini menunjukkan keduanya berada dalam ikatan tertentu yang membuatnya tidak terpisah. Meskipun siang dan malam tetap berlangsung jika Bumi bergerak dalam arah mendekat atau menjauhi Matahari seperti Gambar 1, fenomena berulang dalam kurun waktu tertentu yang (hampir) sama tidak akan terjadi. Perubahan musim secara periodik dengan keadaan yang hampir sama pun tidak akan terjadi. Selain itu, jika mendekat, akan terjadi perubahan Bumi semakin panas; sebaliknya jika menjauh, akan semakin dingin. Kondisi tersebut akibat adanya perubahan intensitas cahaya yang sampai di Bumi dari waktu ke waktu. Artinya, gerak translasi Bumi menjauhi Matahari tidak mungkin.

Gambar 1 Gerak Translasi Bumi

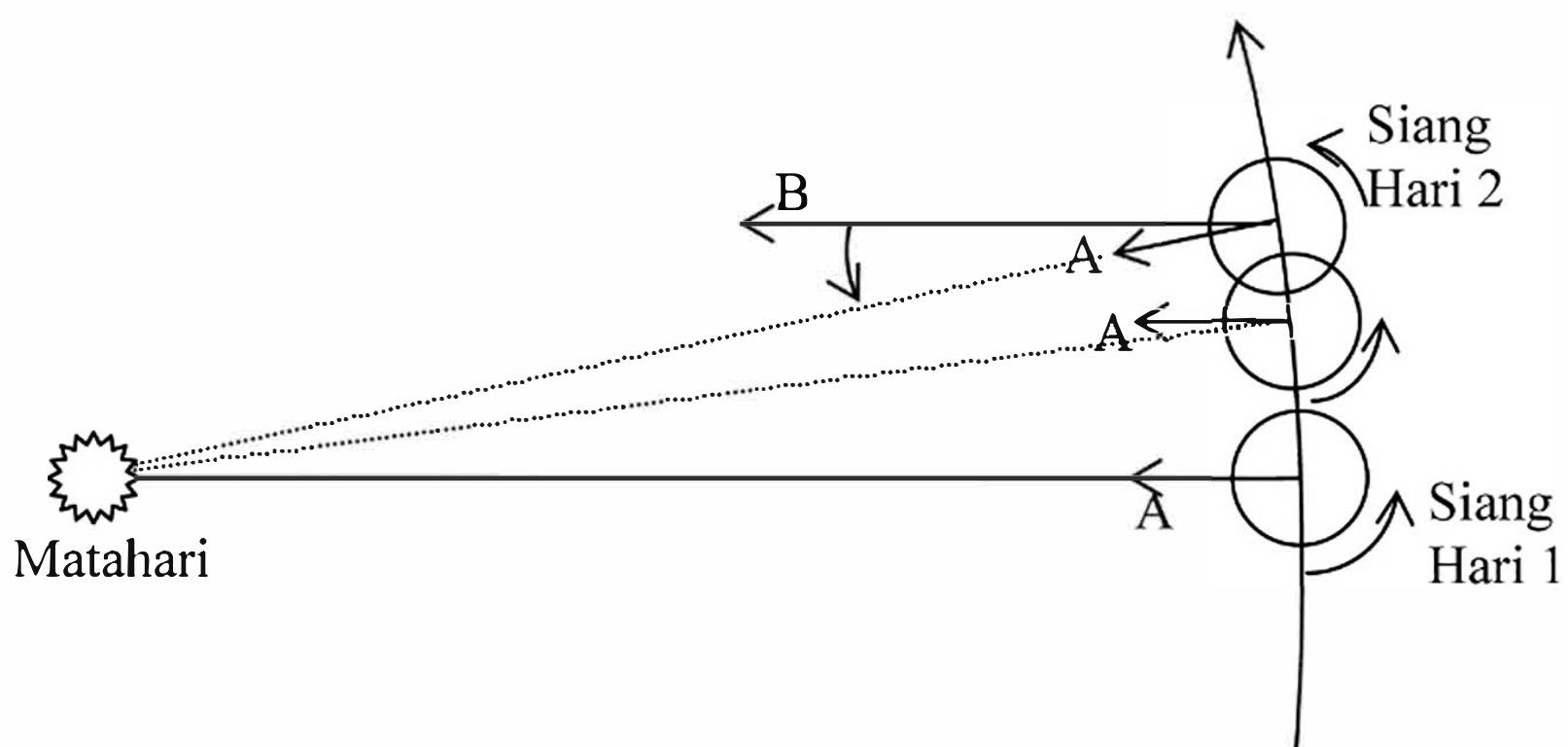
Alternatifnya, Bumi dan Matahari berada dalam suatu sistem gerak siklus. Sistemnya yang paling sederhana adalah gerak dalam lintasan melingkar.

Gambar 2 Pola Lintasan yang Mungkin Terjadi

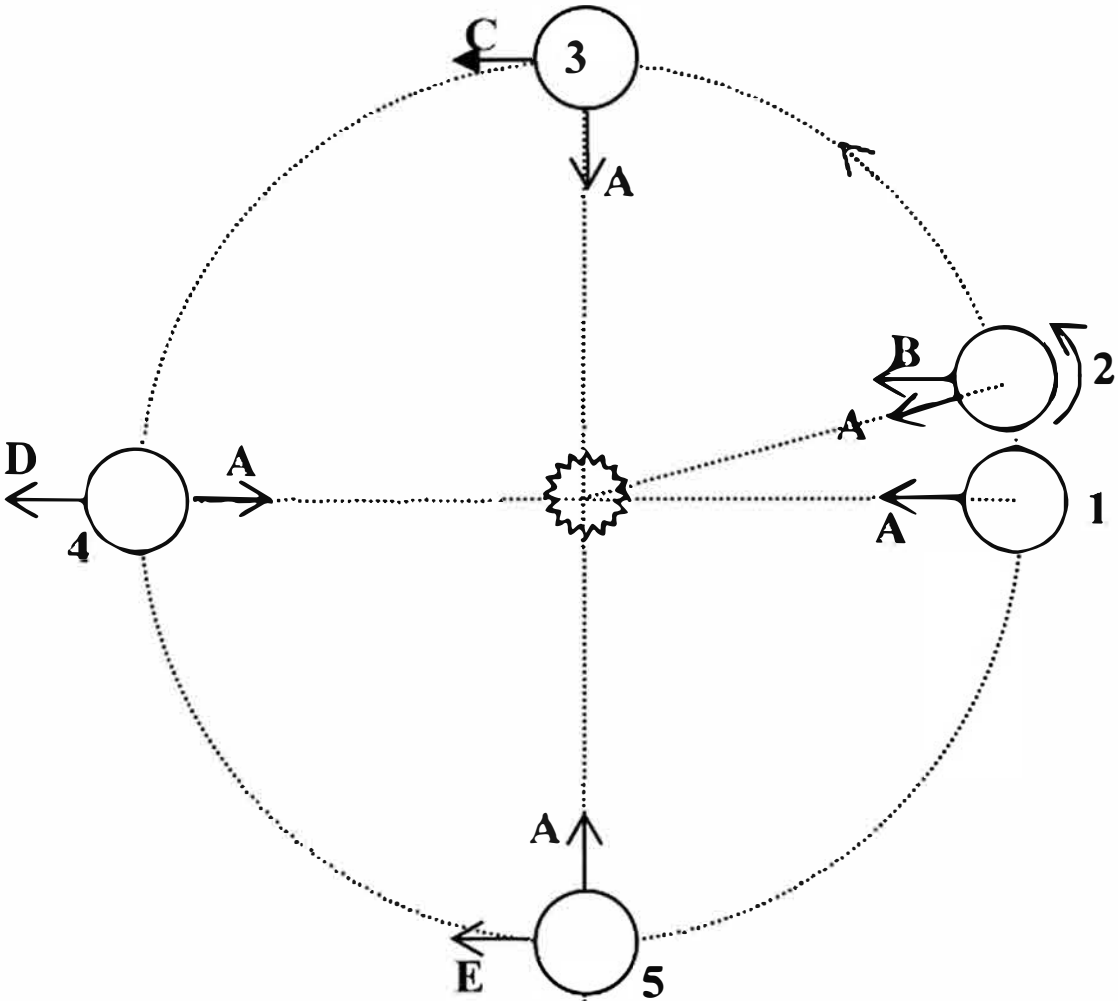
Gambaran lintasan seperti Gambar 3 jelas tidak diizinkan karena dalam lintasan seperti ini Bulan selalu menghadap bagian Bumi yang dalam keadaan siang. Artinya, tidak pernah ada penampakan Bulan pada waktu malam. Selain itu, suatu ketika, Bulan akan tampak bergerak dalam arah berlawanan menurut orang di Bumi. Bulan bergerak dari arah timur ke barat. Pada waktu yang lain akan bergerak sebaliknya. Jelas hal ini tidak sesuai dengan penampakan yang teramati.

Pola lintasan Gambar 2a memenuhi informasi Surah Yâ' Sîn (36): 38, tetapi memerlukan penjelasan pola dan arah gerak translasi Bumi. Sedangkan pola lintasan Gambar 2b memenuhi isyarat Surah Al-Naml (27): 88 tentang gerak translasi Bumi, tetapi harus menjelaskan lintasan Matahari terlebih dahulu. Meskipun demikian, dalam kasus sederhana Bumi-Bulan-Matahari, pola gerak Gambar 2a dan 2b adalah identik dan hanya dipandang sebagai adanya perbedaan dalam pengambilan kerangka acuan. Pola gerak 2a adalah pola Bumi sebagai acuan, sedangkan gerak 2b Matahari sebagai acuan.

Pola gerakan Bumi-Bulan-Matahari kita gunakan lebih lanjut untuk memahami periodisasi waktu secara lebih presisi. *Pertama*, periodisasi siang-malam akibat rotasi Bumi pada porosnya. Kita gunakan kerangka acuan Matahari sebagai pusat lingkaran orbit Bumi. Satu hari surya (*a solar day*) adalah rentang waktu dari puncak (*tajalla*) ke puncak hari berikutnya dan ditetapkan sebagai rentang 24 jam. Kita telah paham bahwa

Gambar 3 Model Lintasan yang Tidak Mungkin Terjadi

pergantian siang dan malam merupakan akibat dari rotasi Bumi pada porosnya. Satu hari surya bukan merupakan satu rotasi penuh Bumi.

Selain berotasi, Bumi juga bergerak mengelilingi Matahari. Setelah berotasi penuh 360°, Bumi juga bergeser seperti Gambar 4. Akibatnya, titik A yang semula menghadap Matahari, setelah satu putaran penuh, tidak lagi menghadap Matahari. Dengan kata lain, Matahari tidak lagi "di atas" kepala A. Namun, posisi A relatif tetap terhadap bintang jauh, dua arah A berturut-turut sejajar. Waktu yang diperlukan untuk satu putaran penuh Bumi disebut hari *sideris* (*sider*: bintang). Sedangkan satu hari surya disebut hari *sinodis* (*synodic day*), rentang waktu puncak A menghadap Matahari sampai kembali menghadap Matahari lagi.

Gambar 4 Satu Hari dalam Perspektif Gerak Bumi

Setelah rentang satu tahun, waktu Matahari dan waktu bintang kembali mempunyai fase sama atau A kembali berimpit. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada hari kedua, yakni ketika A kembali menghadap Matahari, waktu bintang telah berlalu sebesar sudut BA. Gambar 5 memperlihatkan posisi 3 waktu bintang telah berlalu 90°, pada posisi 4 dan 5 berturut-turut waktu bintang telah berlalu 180° dan 270°. Oleh karena itu, setelah satu tahun, waktu bintang telah berlalu atau melebihi sudut rotasi sebesar 360°. Artinya, jumlah hari bintang satu hari lebih banyak daripada hari Matahari.

Gambar 5 Astronomi Hari dan Tahun

Satu hari surya atau hari Matahari adalah 24 jam. Menurut hitungan modern, satu tahun (bintang) adalah 365,2564 hari. Dengan demikian, satu hari bintang didapatkan selang waktunya adalah 23 jam 56 menit 4 detik. Dengan kata lain, hari surya lebih panjang 3 menit 56 detik daripada hari bintang.[]

Musim dan Kalender

Sesungguhnya jumlah bulan menurut Allah adalah dua belas bulan, (sebagaimana) dalam ketetapan Allah pada waktu Dia menciptakan langit dan bumi, di antaranya ada empat bulan haram. Itulah (ketetapan) agama yang lurus. (QS Al-Taubah [9]: 36)

'Iddatun عدة dengan jamak taksir *'adadun* عدد (jumlah). *Syahrun* شهر dengan jamak taksir *asyhurun-syuhûrun* شهور – أشهر (bulan, bagian dari tahun).

Masyarakat Mesir kuno membagi waktu dalam setahun, 365 hari, menjadi 12 bulan, setiap bulan terdiri dari 30 hari, dan 5 hari sisanya digunakan untuk pesta tahunan. Orang Mesir menggunakan pengetahuan ini untuk mempersiapkan diri menghadapi meluapnya Sungai Nil, musim tanam, dan musim panen. Siklus tahunan dimulai saat bintang paling terang di langit, bintang Sirius, terbit pertama sebelum Matahari terbit.

Pada abad ke-8 SM, Raja Romulus, pendiri Kerajaan Romawi, memberlakukan kalender 10 bulan, diawali pada bulan Maret dan berakhir pada bulan Desember; sedangkan dua bulan lainnya tanpa nama, yakni bulan-bulan pada musim dingin. Raja berikutnya, Numa Pompilius, memberi nama Januari dan Februari pada dua bulan musim dingin yang tanpa nama tersebut. Kalender yang dibuat merupakan gabungan sistem Matahari dan Bulan dengan jumlah hari 355 dalam satu tahun.

Nama	Hari	Keterangan
Martius	31	Mars, dewa perang
Aprilis	29	Apru, dewa asmara bangsa Etruscan
Maius	31	Maia, saudara tertua Atlas
Junius	29	Juno, istri Jupiter
Quintilis	31	bulan kelima
Sextilis	29	bulan keenam
September	29	bulan ketujuh
October	31	bulan kedelapan
November	29	bulan kesembilan
December	29	bulan kesepuluh
Januarius	29	Janus, malaikat bermuka dua penjaga gerbang Roma
Februarius	28	Februa, hari pembersihan

Selain dikelompokkan dalam satuan tahun dan bulan, waktu juga dikelompokkan dalam satuan pekan yang terdiri dari 7 hari. Penetapan jumlah 7 hari sebagai satuan pekan, diduga para ahli, berasal dari jumlah "planet" yang pertama kali dikenali dengan baik. Planet-planet tersebut adalah Matahari, Bulan, dan lima planet terang: Merkurius, Venus, Mars, Yupiter, dan Saturnus. Matahari dan Bulan senantiasa tampak bergerak sehingga dikelompokkan sebagai planet pengembara langit.

Nama	Hari
Januarius	31
Februarius	28/29
Martius	31
Aprilis	30
Maius	31
Junius	30
Julius	31
Augustus	31
September	30
October	31
November	30
December	31

Pada 45 SM, Julius Caesar dibantu Sosigenes, ahli matematika Alexandria, mereformasi kalender surya yang dipergunakan di Romawi. Awal bulan tidak dimulai pada Maret, tetapi Januari. Jumlah hari dalam satu tahun tidak 355, tetapi kembali seperti kalender Mesir kuno, yakni 365 hari, dengan

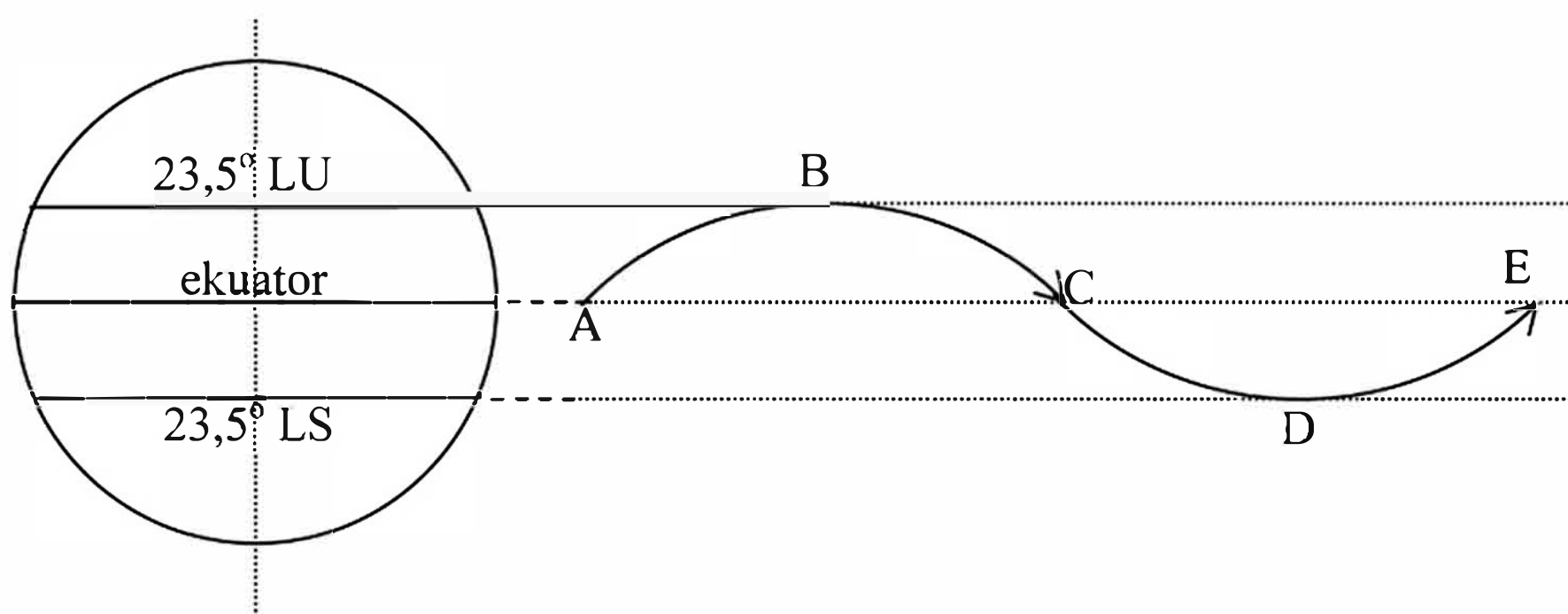
catatan untuk tahun yang dapat dibagi empat mempunyai 366 hari dan dikenal sebagai *tahun kabisat*. Tahun kelipatan 4 membulatkan faktor 0,25 hari yang berarti jumlah hari dalam tahun Julian adalah 365,25. Bulan Quintilis diganti Julius. Pada 8 M, Raja Augustus mengganti nama bulan Sextilis dengan namanya.

Perbaikan kalender kembali dilakukan. Paus Gregorius XIII (1502-1585) dibantu seorang pendeta yang juga seorang astronom dan ahli matematika, Christopher Clavius (1537-1612), melakukan pemutusan rantai kalender Julian. Tanggal 5 sampai 14 Oktober 1582 ditiadakan. Artinya, bulan Oktober 1582 ditiadakan 10 hari. Setelah Kamis, 4 Oktober 1582, keesokan harinya adalah Jumat, 15 Oktober 1582. Kalender baru ini disebut kalender Gregorian. Tahun kabisat tidak lagi semua tahun yang dapat dibagi 4, tetapi tahun yang dapat dibagi 4 dan tidak dapat dibagi 400. Dengan kaidah seperti ini, jumlah hari dalam sistem Gregorian sama dengan 365,2425.

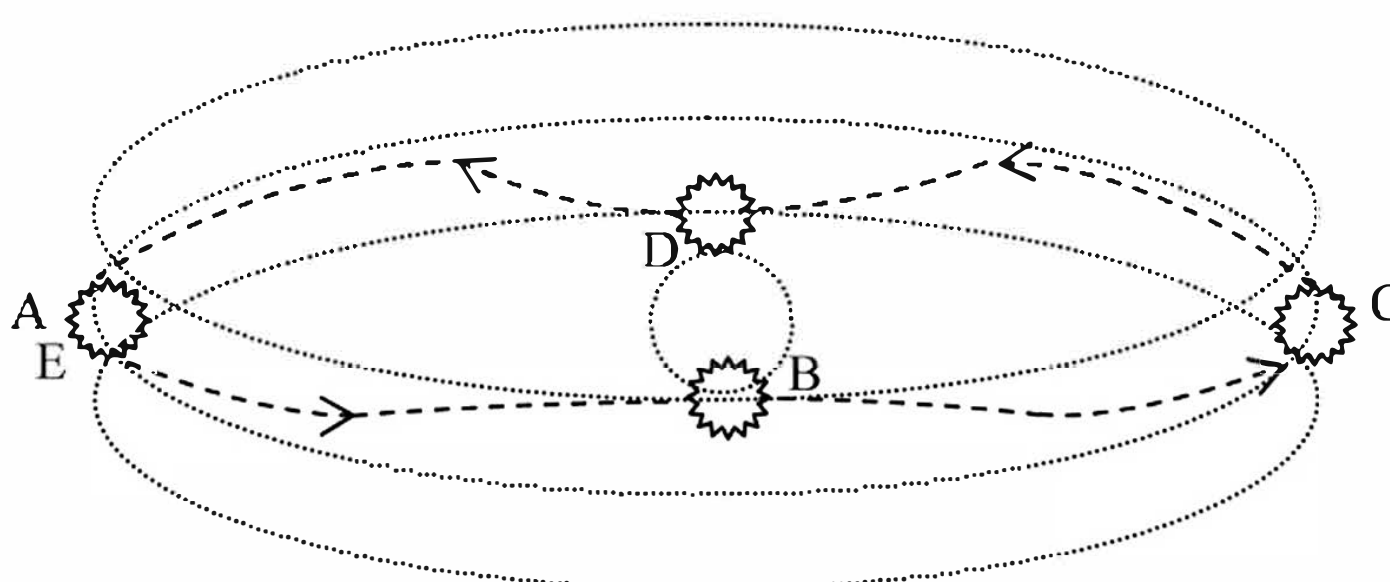
Bulan Oktober 1582 dipilih untuk bulan transisi kalender Julian ke kalender Gregorian karena tidak banyak perayaan keagamaan pada bulan tersebut. Perubahan ini sendiri bertujuan untuk menetapkan Matahari berada di arah titik Aries setiap tanggal 21 Maret penanggalan Gregorian, yang sesuai dengan perayaan Paskah pada 325 M. Pada 1582, kedudukan Matahari di titik Aries sekitar 11 Maret yang berarti telah bergeser 10 hari dari 21 Maret.

Dalam penetapan sistem kalender harus disepakati saat pergantian hari atau tanggal. Kalender Gregorian yang sekarang digunakan secara luas memulai hari dan tanggal pada waktu tengah malam, pukul 00.00 atau 24.00 waktu setempat. Selanjutnya, diterapkan ketentuan jumlah hari setiap bulan sebagaimana diperlihatkan pada tabel.

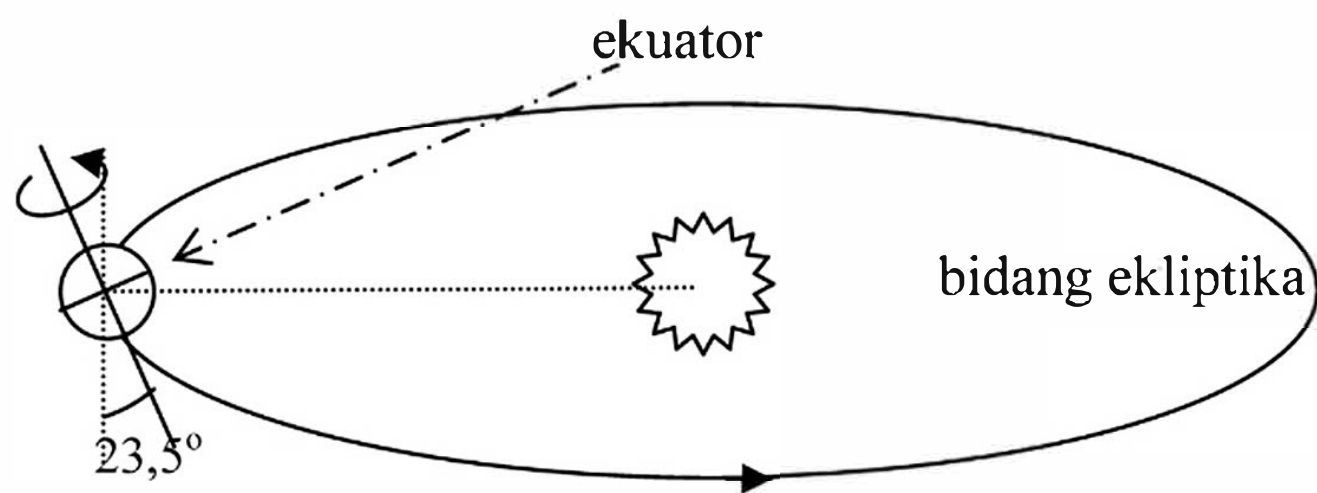
Kalender-kalender tadi menandai siklus peristiwa alam, gerak periodik Matahari ke utara dan ke selatan, serta kemunculan Bulan dengan berbagai pola penampakannya.

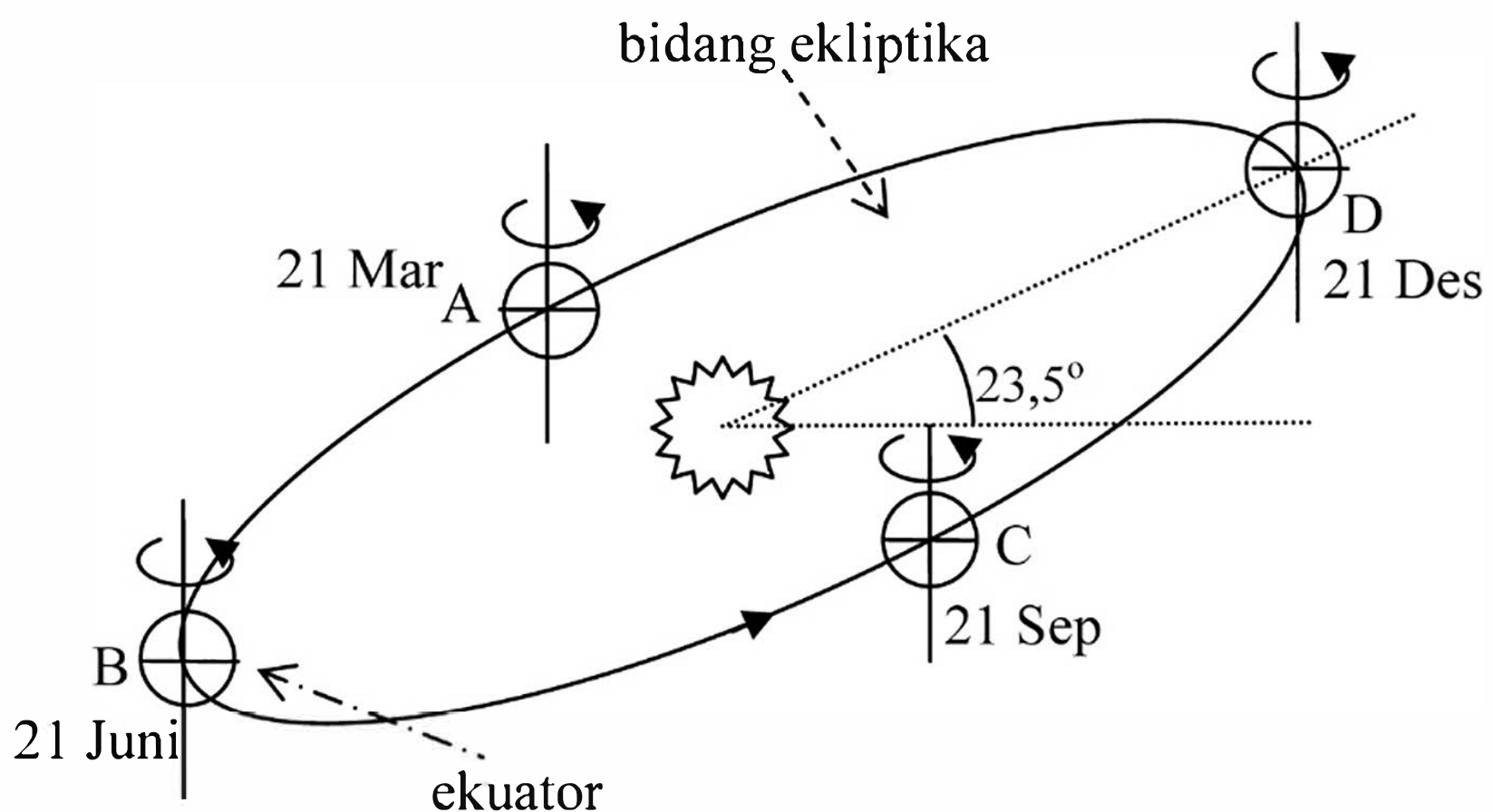
Pola posisi dan pola gerak Matahari dapat berbentuk seperti Gambar 1 dengan ekuator dan dua garis lintang maksimum dilengkungkan menjadi lingkaran Gambar 2. Dari posisi A bergerak ke B-C-D dan kembali

Gambar 1 Pola Posisi Matahari dalam Satu Tahun

ke A lagi ditempuh dalam waktu satu tahun. Siang dan malam di Bumi merupakan efek dari rotasi Bumi mengelilingi porosnya. Menurut pengamatan dan konvensi kalender yang telah dibuat, Matahari di ekuator A, yakni dari lintang selatan ke lintang utara, terjadi pada 21 Maret. Matahari di B, 23,5° lintang utara pada 21 Juni, di ekuator C dari lintang utara ke lintang selatan pada 21 (23) September, dan di D, 23,5° lintang selatan pada 21 Desember.

Masalah yang timbul jika Matahari aktif bergerak seperti Gambar 2 adalah penjelasan atas dinamika Matahari bergerak naik-turun secara sinusoidal, tidak sekadar bergerak dalam lintasan melingkar.

Gambar 2 Model Pola Gerak Matahari

Pola lintasan yang lebih mudah adalah Bumi mengelilingi Matahari dengan orbit lingkaran (sekarang diketahui berbentuk elips). Bidang atau permukaan yang dibentuk oleh lingkaran ini disebut *bidang ekliptika*.

Perubahan posisi Matahari yang tampak dari Bumi dapat terjadi jika selama Bumi mengorbit mengelilingi Matahari, sumbu rotasi Bumi tidak tegak lurus bidang ekliptika, melainkan membentuk sudut 23,5°. Jika sumbu rotasi tegak lurus, Matahari akan tampak selalu di ekuator atau tetap pada lintang tertentu selama satu tahun.

Gambar 3 Sumbu Rotasi Bumi Relatif terhadap Matahari

Gambar 3 menyatakan posisi Bumi relatif terhadap Matahari, sumbu rotasi tidak tegak lurus bidang ekliptika. Jika Matahari dilihat dari Bumi dengan sumbu rotasi "vertikal", bidang ekliptika akan miring dengan sudut kemiringan 23,5° seperti Gambar 4.

Gambar 4 Posisi Relatif Matahari-Bumi dalam Poros Bumi Vertikal

Waktu demi waktu yang diklasifikasi dalam kurun bulan mengacu pada posisi relatif antara Matahari dan Bumi. Menurut orang di Bumi, Matahari bergeser ke utara dan ke selatan secara teratur dan berkala. Posisi relatif Matahari terhadap Bumi ini mengakibatkan musim yang berbeda. Pada bulan Desember, Bumi bagian selatan mengalami musim panas, sedangkan bagian utara mengalami musim dingin. Keadaan sebaliknya terjadi pada bulan Juni. Pada bulan Maret, Bumi bagian selatan mengalami musim gugur sebagai musim transisi menuju musim dingin, sedangkan bagian utara mengalami musim semi. Keadaan sebaliknya terjadi pada bulan September.[]

Wajah Bulan

Allah bersumpah atas nama Bulan, melengkapi sumpah-Nya atas nama benda-benda langit, Matahari (QS Al-Syams [91]: 1), dan bintang (QS Al-Takwîr [81]: 15). Pemahaman atas ketiga benda langit tersebut telah menandai peradaban manusia, salah satunya menjadi acuan pembuatan kalender. Meskipun demikian, ada fakta menarik tentang Bulan dibandingkan dengan Matahari dan bintang.

Sebagaimana bintang, Bulan muncul pada malam hari. Ketika Matahari muncul, Bulan dan bintang menjadi tidak terlihat. Bulan mempunyai kesamaan dengan Matahari, yakni ketika Bulan tampak bundar, ukurannya pun tampak sama.

Gambar 1 Bulan

Ketika Matahari muncul, bintang tak terlihat karena ukurannya jauh lebih kecil daripada Matahari. Namun, mengapa ketika Matahari muncul, Bulan dalam keadaan bundar sekalipun juga menjadi tidak terlihat?

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۚ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَٰلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ ۚ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ٥

Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan tempat-tempat orbitnya, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui. (QS Yûnus [10]: 5)

Dan di sana Dia menciptakan bulan yang bercahaya dan menjadikan matahari sebagai pelita (yang cemerlang)? (QS Nûh [71]: 16)

Nûrun نور dengan jamak taksir *anwârun* أنوار (cahaya, terang). *Dhâ'a-yadhû'u-dhû'an-dhiyâ'an* ضاء – يضوء – ضوءا – ضياء (terang, bercahaya). *Sirâjun* سراج dengan jamak taksir *surujun* سرج (pelita, lampu). Pada dua ayat ini, Bulan diidentifikasi dengan kata yang sama *nûrun* (cahaya atau terang). Sedangkan Matahari diidentifikasi dengan dua istilah berbeda, *dhiyâ'an* (terang atau bercahaya) dan *sirâjan* (pelita atau lampu).

Mahasuci Allah yang menjadikan di langit gugusan bintang-bintang dan Dia juga menjadikan padanya matahari dan bulan yang bercahaya. (QS Al-Furqân [25]: 61)

Burûjun بروج merupakan jamak taksir dari *burjun* برج (benteng, istana, menara, bangunan tinggi). Namun, jika disandingkan dengan *samâ'un* سماء (langit), *burûjun* adalah kumpulan atau gugusan bintang-bintang. *Nayyirun-munîrun* نير – منير (yang bercahaya, yang menerangi).

Dua catatan menarik untuk Surah Al-Furqân (25): 61. *Pertama*, seperti dua ayat sebelumnya, Bulan diidentifikasi dengan sifat *nûrun-munîrun* (menerangi). *Kedua*, ayat ini menceritakan trilogi kandungan langit, yaitu bintang, Matahari, dan Bulan. Menariknya, Matahari sebagai benda langit paling terang di antara ketiganya, tidak disebut dengan istilahnya sendiri—*syamsun*—tetapi disebut secara simbolik dengan *burûjan* (pelita atau lampu). Matahari diibaratkan sumber terang, yakni lampu atau pelita.

Bulan dan Matahari bersifat terang, tetapi hanya Matahari yang disebut lampu atau pelita, sumber terang. Mungkinkah Bulan yang terang tidak dapat berfungsi sebagai sumber terang? Bila demikian, apa yang menyebabkannya tampak bercahaya? Apa yang membedakannya dengan Matahari?

Perhatikan, Matahari yang terbit dari timur sejak dahulu, akan terus terbit dari timur.

Ibrahim berkata, "Allah menerbitkan matahari dari timur, maka terbitkanlah dia dari barat." Maka, bingunglah orang yang kafir itu. Allah tidak memberi petunjuk kepada orang-orang yang zalim. (QS Al-Baqarah [2]: 258)

Atâ-ya'tî-ityânan أتى – يأتى – إتيانا (datang); *buhita* بهت adalah *fi'il* pasif dari *bahuta-yabhutu-bahtan*; *bahita-yabhatu-bahatan* يبهت – بهتا – بهت (terdiam, tercengang, heran, terkalahkan).

Demikian pula Matahari sesaat setelah terbit.

وَالشَّمْسِ وَضُحٰىهَاۖ ۝١

Demi matahari dan cahayanya pada pagi hari. (QS Al-Syams [91]: 1)

وَالضُّحٰىۙ ۝١

Demi waktu dhuha (ketika matahari naik sepenggalah). (QS Al-Dhuhâ [93]: 1)

Al-dhuhâ الضحى (Matahari naik, waktu terbit). Selain ketika terbit, juga menjelang terbenam.

فَاصْبِرْ عَلٰى مَا يَقُوْلُوْنَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوْعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوْبِهَاۚ

Maka, sabarlah engkau (Muhammad) atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum matahari terbit dan sebelum terbenam. (QS Thâ' Hâ' [20]: 130)

فَاصْبِرْ عَلٰى مَا يَقُوْلُوْنَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوْعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ الْغُرُوْبِۚ ۝٣٩

Maka, bersabarlah engkau (Muhammad) terhadap apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu sebelum matahari terbit dan sebelum terbenam. (QS Qâf [50]: 39)

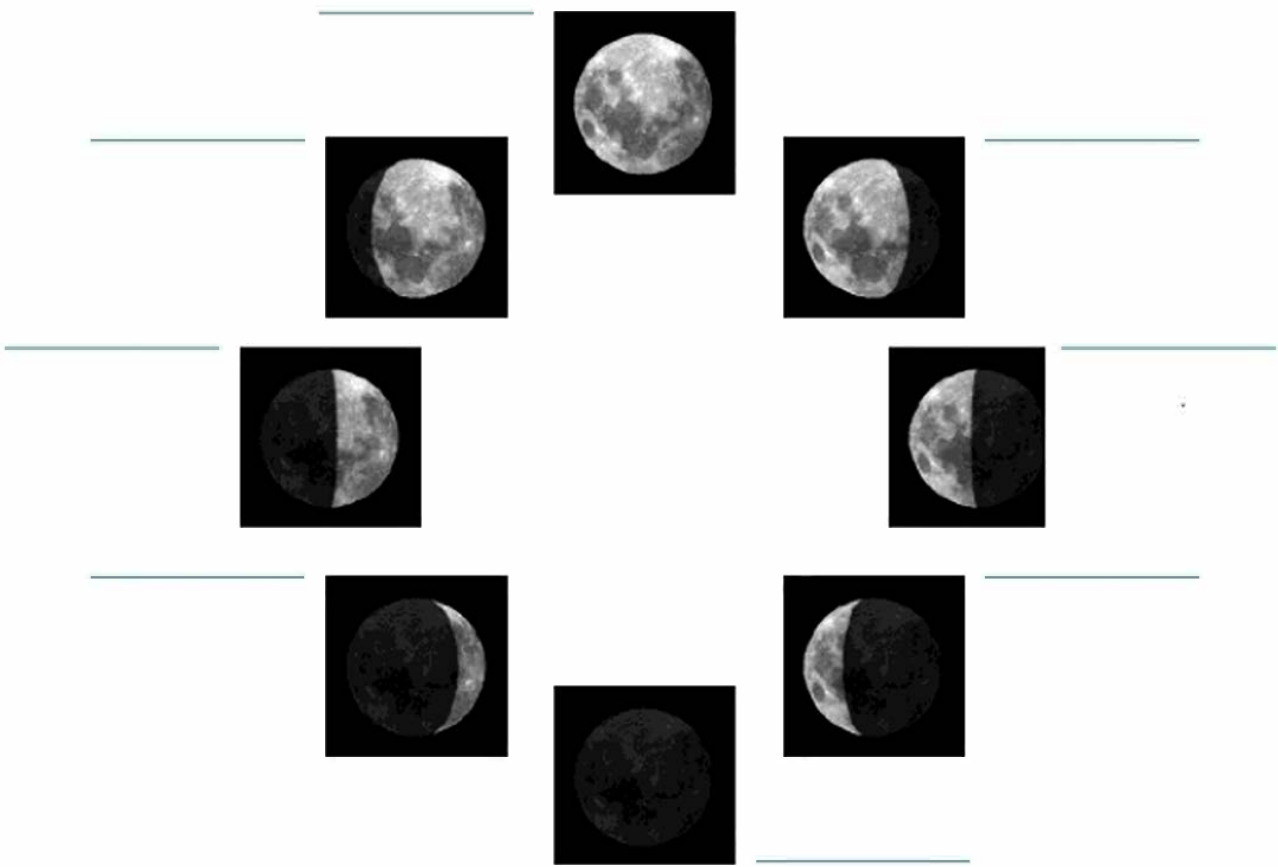
Thala'a-yathlu'u-thulû'an-mathla'an طلع – يطلع – طلوعا – مطلعا (terbit, keluar, naik, lahir).

Matahari tampak bundar, baik ketika terbit maupun ketika akan tenggelam. Demikian pula ketika Matahari tepat berada di posisi tertinggi. Pada posisi tersebut, Matahari sulit dilihat dan sebaiknya tidak dilihat secara langsung. Sebagai gantinya, dapat dilihat bayangannya di dalam air. Kita akan melihat bayangan Matahari yang juga bundar. Matahari tampak bundar di semua keadaan.

Gambar 2 Lengkungan Tipis Bulan

Bulan tidak selalu dapat dilihat meskipun pada malam hari. Bulan tidak selalu bundar. Suatu ketika, Bulan berbentuk lengkungan tipis.

Penampakan ini jelas tidak menggambarkan bentuk Bulan itu sendiri. Bila lengkungan tipis merupakan bentuk Bulan yang sebenarnya, berarti Bulan berevolusi; mulai dari tidak ada, kemudian lahir dalam garis halus yang melengkung dan terus membesar sampai berbentuk bundar selama beberapa malam, dan kembali mengecil menjadi lengkungan tipis lagi, dan lenyap. Perubahan bentuk ini jelas memerlukan mekanisme yang cukup rumit.

Penjelasan yang lebih mudah dapat diberikan jika Bulan diasumsikan berbentuk bundar, tetapi tidak sebagai sumber terangnya sendiri seperti Matahari. Bulan merupakan objek gelap yang dapat memantulkan sinar yang diterimanya. Bagian Bulan yang mendapat sinar dan menghadap Bumi menyebabkan Bulan mempunyai beberapa bentuk penampakkan seperti dalam Gambar 3.

Gambar 3 Wajah atau Fase Bulan

Pada pembahasan terdahulu telah diketahui model lintasan yang mungkin dan tidak mungkin bagi Bulan, Bumi, dan Matahari. Misalkan, posisi Matahari (M), Bumi (B), dan planet (P) tampak seperti dalam Gambar 4. Terkait pembahasan kita sekarang, planet (P) diganti Bulan. Bagian Bulan yang mendapat cahaya Matahari adalah setengah permukaan bola EF bagian atas, sedangkan separuh permukaan EF bagian bawah gelap. Keadaan ini juga berlaku untuk Bumi, bagian yang mendapat cahaya Matahari menjadi siang, sedangkan permukaan lainnya yang tidak mendapat sinar menjadi malam.

Gambar 4 Geometri Penampakan Bulan

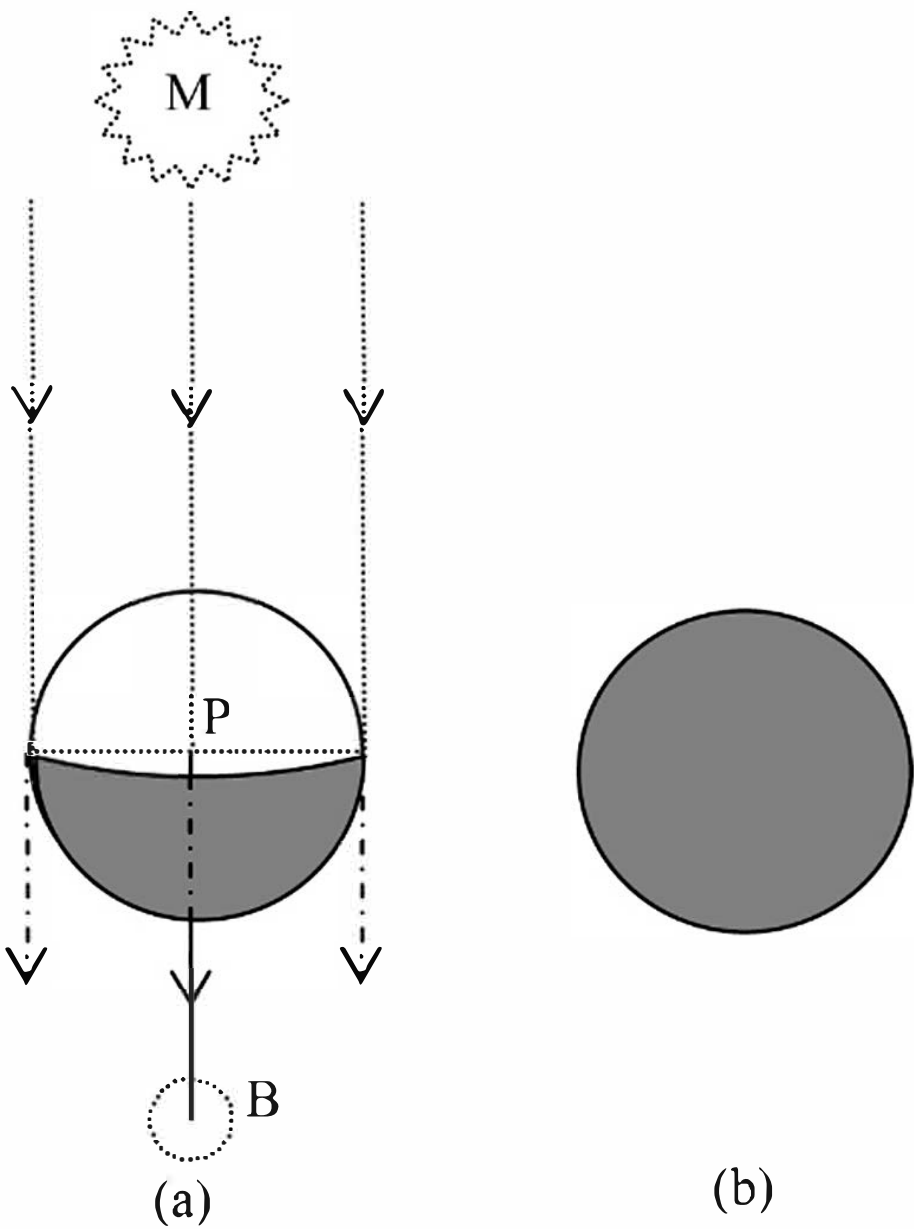
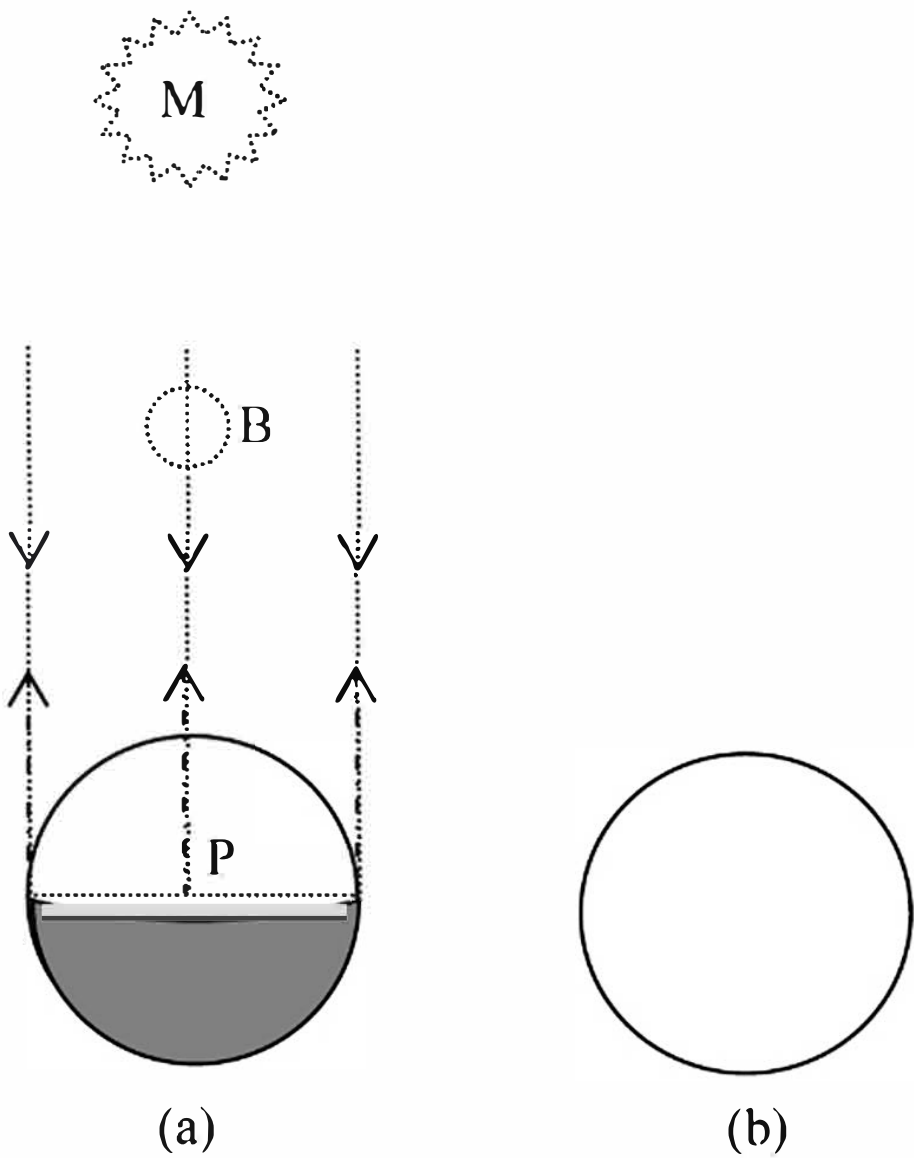
Orang di Bumi tidak melihat seluruh permukaan atau bagian Bulan yang terkena sinar Matahari, melainkan hanya bagian terang CPF. Sebagian permukaan gelap PDF juga menghadap Bumi, tetapi tidak dapat dilihat.

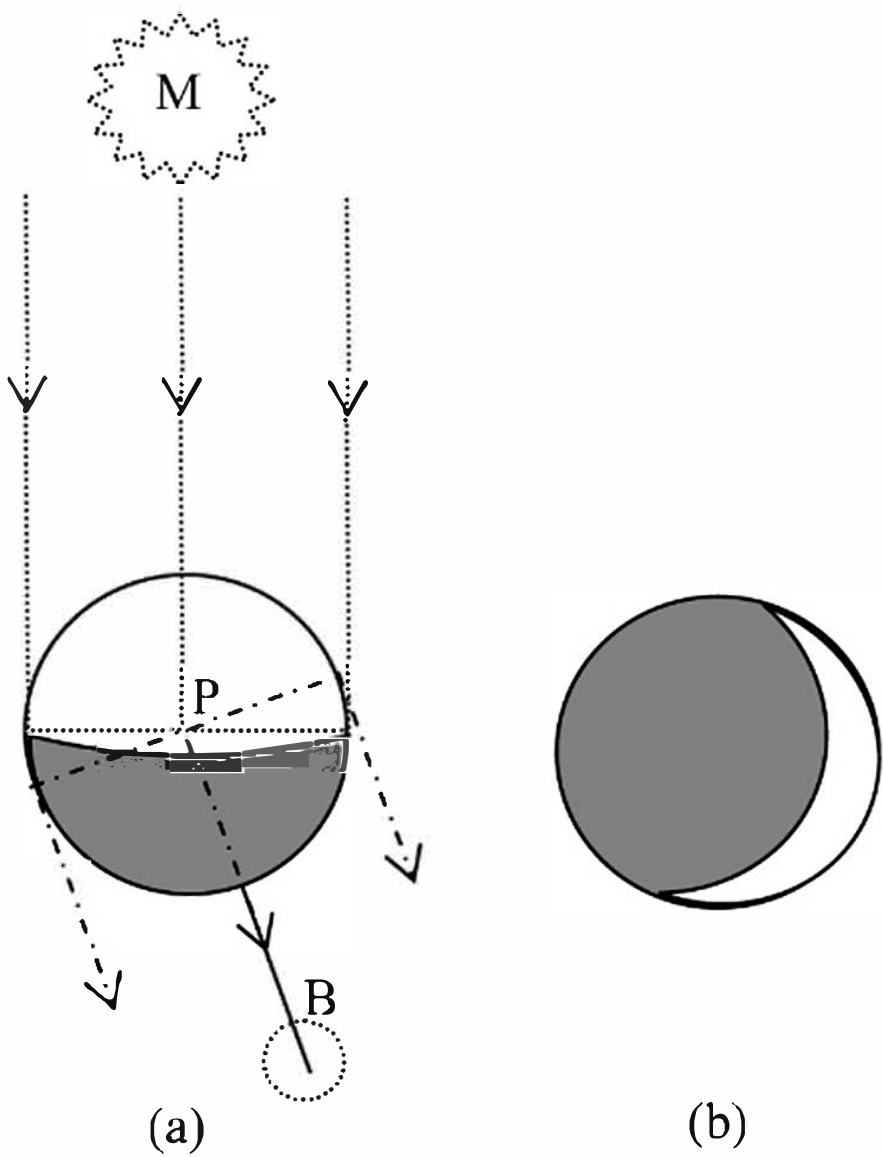
Fasa q didefinisikan sebagai rasio atau perbandingan antara bagian terang yang

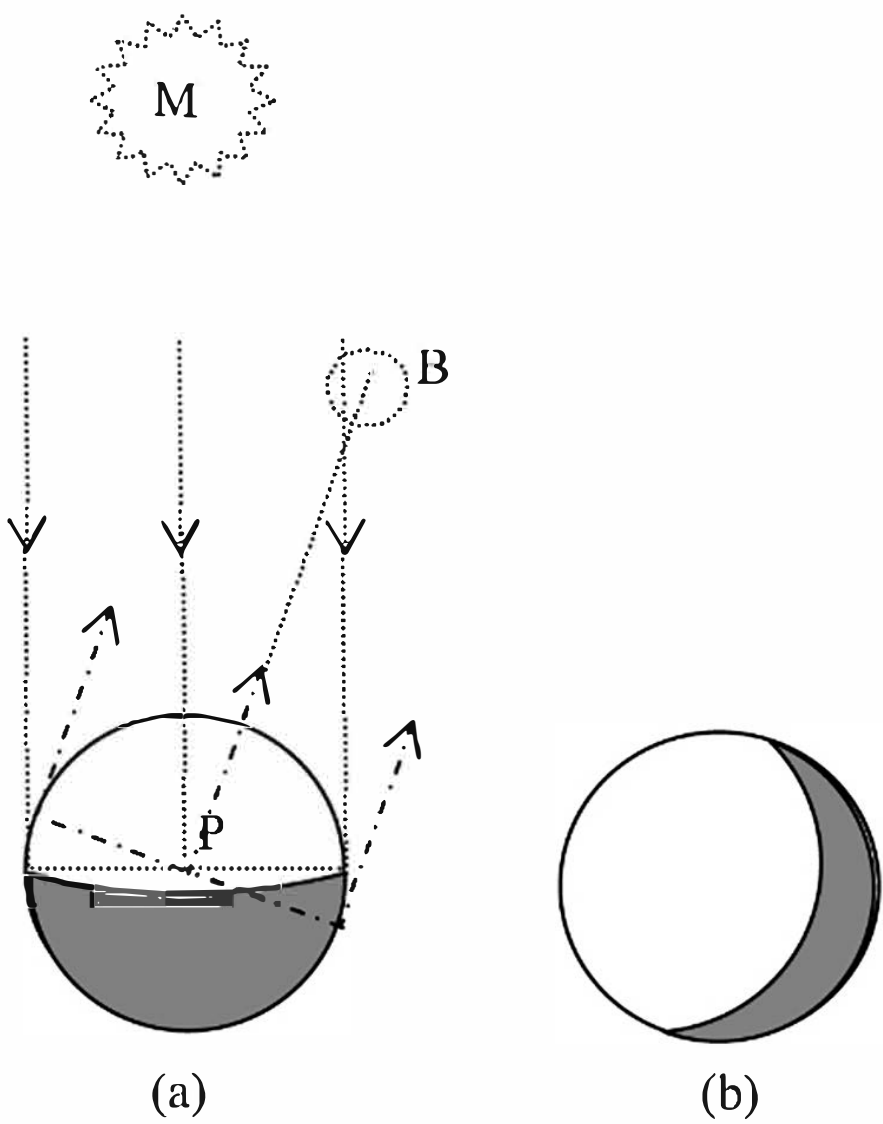
terlihat dari Bumi dan bagian terang keseluruhan. Evaluasi matematika sederhana dari geometri seperti yang diberikan oleh Gambar 4 memberikan rasio

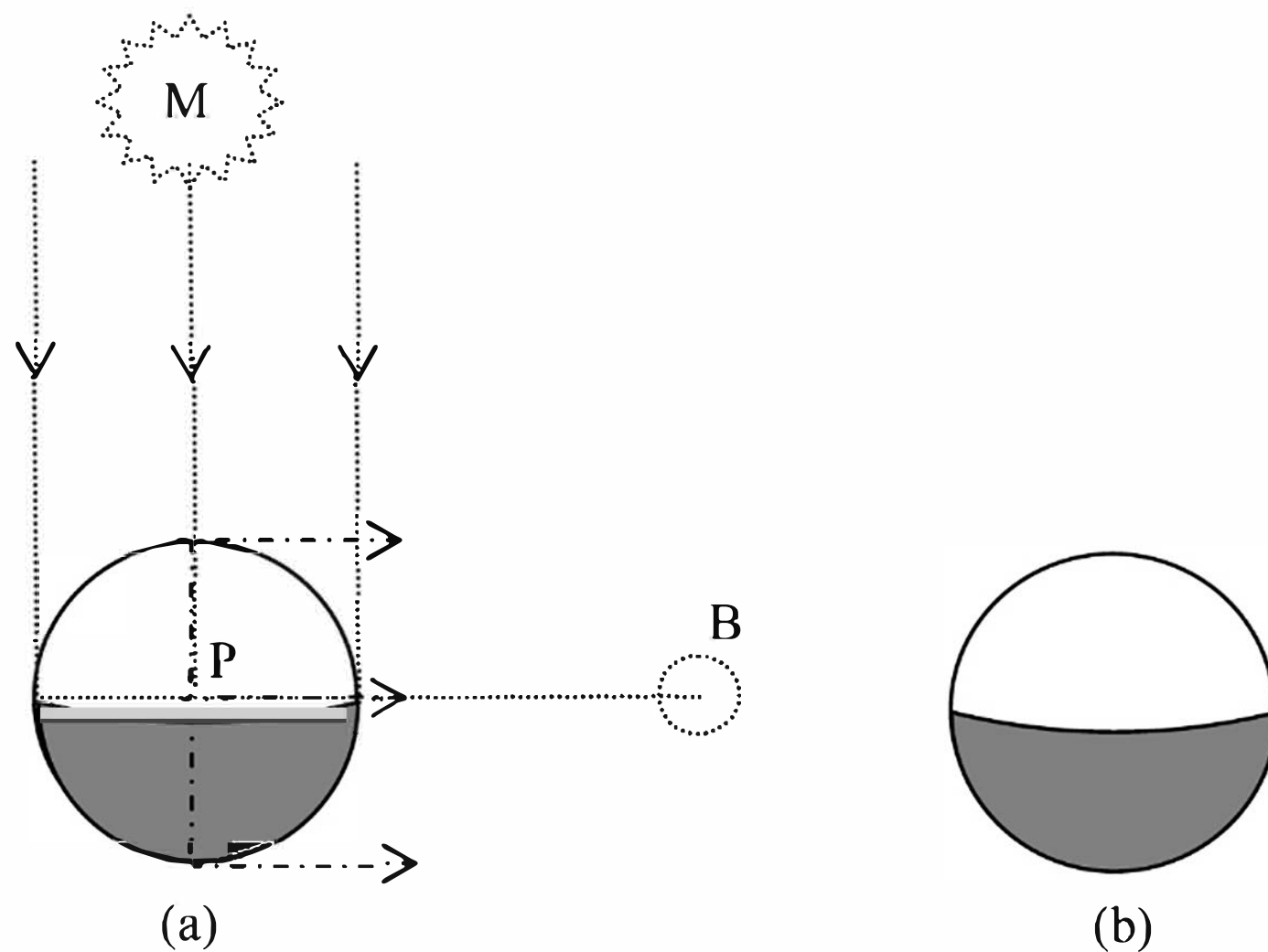
$$q = \tfrac{1}{2}\left(1 + \cos\phi\right)$$

Perhatikan kasus-kasus berikut:

1. Pada sudut Φ = 180°, Bulan berada di antara Bumi dan Matahari dan disebut *konjungsi inferior* atau ijtimak, diperoleh rasio q = 0. Artinya, tidak ada bagian terang dari Bulan yang dapat dilihat dari Bumi. Dengan kata lain, orang di Bumi hanya "melihat" bagian gelap Bulan karena setengah permukaan gelap Bulan yang menghadap ke Bumi.
2. Pada sudut Φ = 0°, Bumi berada di antara Bulan dan Matahari dan disebut *konjungsi superior*, dan rasio q = 1. Artinya, sebagian permukaan Bulan yang terkena cahaya Matahari seluruhnya menghadap Bumi, dan diperoleh fase penuh berupa Bulan penuh atau lebih dikenal sebagai Bulan purnama.

Gambar 5 (a) Keadaan Konjungsi dan (b) Penampakan Bulan

Gambar 6 (a) Konjungsi Superior dan (b) Penampakan Purnama

3. Pada sudut Φ kurang (atau lebih) sedikit dari 180°, rasio *q* bernilai kecil. Artinya, hanya sebagian kecil bagian Bulan yang terkena sinar Matahari menghadap Bumi, dan Bulan tampak sebagai lengkungan atau Bulan sabit.

Gambar 7 (a) Keadaan dan (b) Penampakan Bulan Sabit

4. Pada sudut Φ lebih sedikit dari 0° atau kurang sedikit dari 360°, rasio *q* sedikit lebih kecil dari 1, Bulan tampak tidak bundar sepenuhnya.

Gambar 8 (a) Keadaan dan (b) Penampakan sekitar Purnama

5. Pada sudut $\Phi = 90°$ atau $270°$, rasio q bernilai setengah, dan Bulan tampak separuh.

Gambar 9 (a) Keadaan dan (b) Penampakan Bulan Separuh

Penampakan Bulan berubah-ubah secara berkala, tidak tetap sebagaimana Matahari maupun bintang. Matahari selalu bundar, bintang selalu bagai titik.[]

Bulan Sabit

Ahillah أهلة adalah jamak taksir dari *hilâlun* هلال (bulan baru, bulan tipis, bulan sabit). *Mawâqîtu* مواقيت adalah jamak taksir dari *waqtun-mîqâtun* وقت – ميقات (waktu, permulaan baik dari sisi waktu maupun tempat; berkumpul pada waktu tertentu). *Al-nâs* الناس (manusia), dari kata *nasiya-yansâ-nasyan-nisyânan* نسي – ينسى – نسي – نسيانا (lupa, tidak ingat sesuatu).

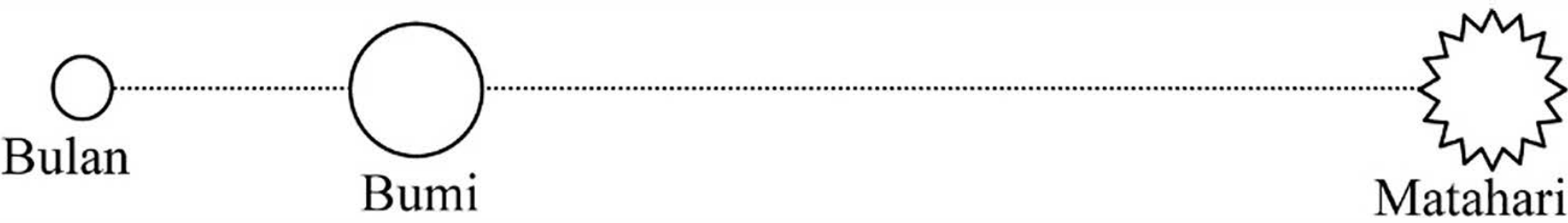
Dalam Al-Quran, Bulan sabit muncul dengan dua istilah, yaitu *ahillah* dan *'urjûnu al-qadîm*. Kedua Bulan sabit tersebut menandai siklus

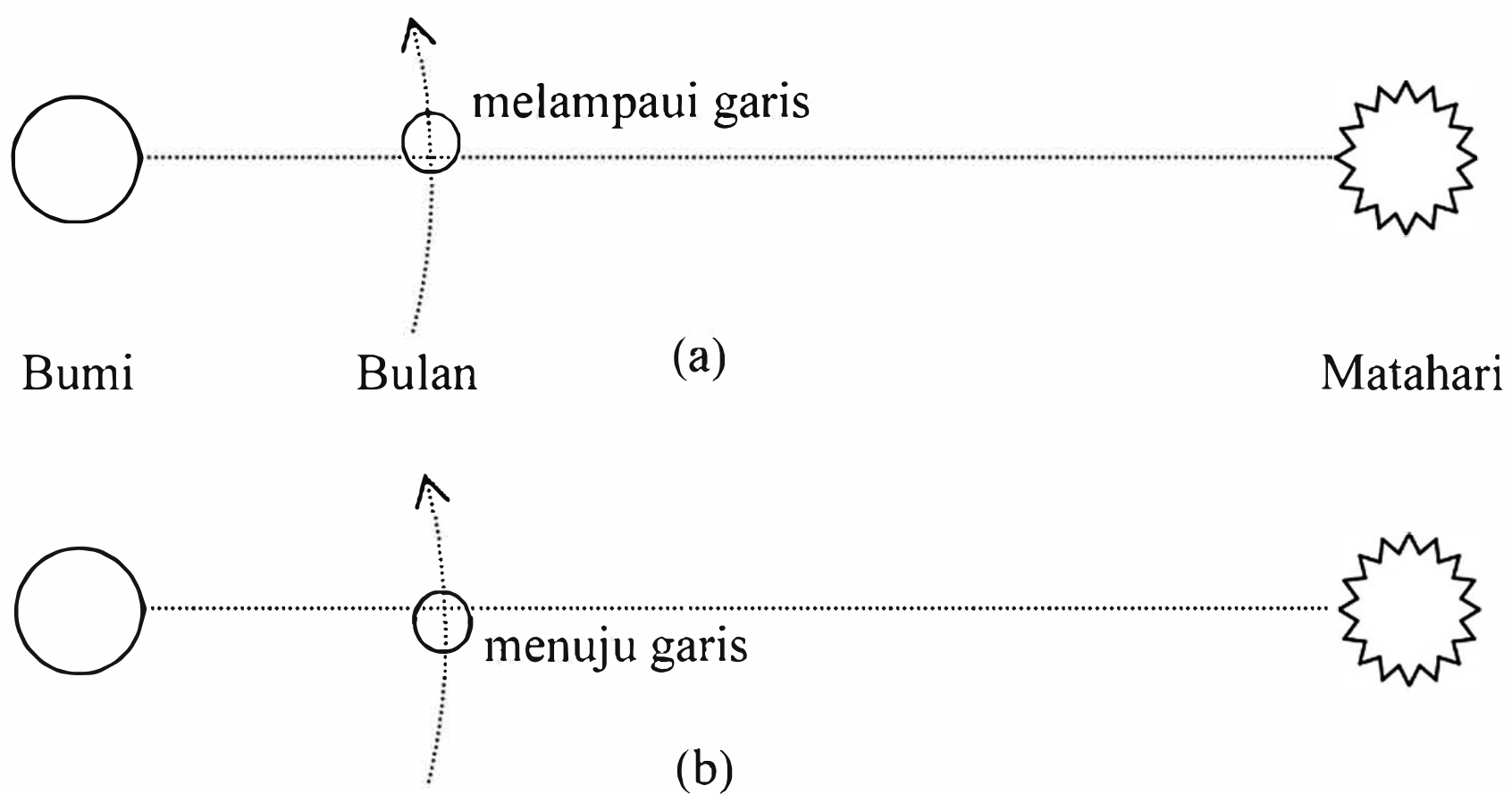
Gambar 1 Bulan Sabit

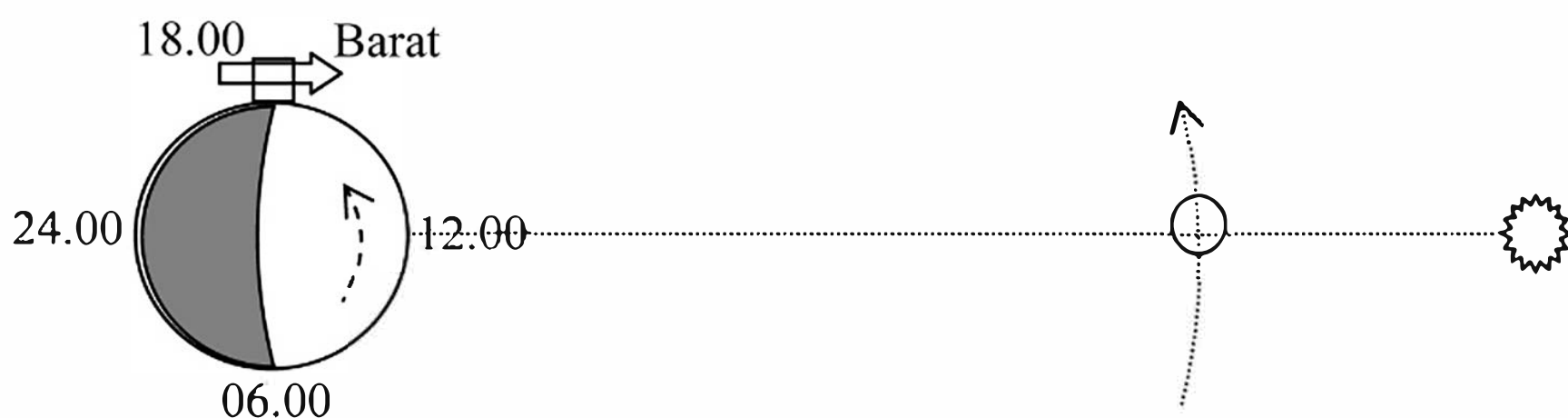
Gambar 2 Bulan Sabit

waktu. Raja Romulus, pendiri Kerajaan Romawi abad ke-8 SM, tercatat memberlakukan penanggalan waktu berdasarkan siklus Bulan.

Manâzilun منازل adalah jamak taksir dari *manzilatun* (tempat tinggal, rumah, kedudukan, derajat, pangkat). *'Âda-ya'ûdu-'audan wa 'audatan wa ma'âdan* عاد – يعود – عودا و عودة و معادا (kembali pada). *'Urjûnu* عرجون (tandan kurma); *qadîmun* قديم (yang dahulu, yang lama, yang kuno).

Tempat-tempat Bulan telah ditetapkan. Dua tempat yang terdefinisi dengan baik adalah tempat konjungsi inferior, yakni Bumi, Bulan, dan Matahari dalam satu garis astronomis; dan konjungsi superior, yakni Bulan, Bumi, dan Matahari dalam satu garis astronomis.

Gambar 3 Konjungsi Superior

Posisi relatif Bulan terhadap Bumi dan Matahari memberi penampakan yang berlainan. Inilah tempat-tempat Bulan. Setiap tempat ditandai oleh bentuk penampakan atau fase Bulan, mulai dari bentuk lengkungan tipis, sabit, bulat, bundar penuh, bulat, sabit, dan gelap. Mula-mula Bulan berbentuk lengkungan atau sabit tipis, kemudian membesar, dan akhirnya kembali melengkung bagai tandan kurma yang tua, kuning melengkung. Artinya, Bulan sabit dimunculkan dengan dua istilah, *hilal-ahillah* dan *'urjûnu al-qadîm*. Hilal terjadi setelah ijtimak, *'urjûnu al-qadîm* sebelum konjungsi.

Gambar 4 (a) *Ahillah*, (b) *'Urjûnu Al-Qadîm*

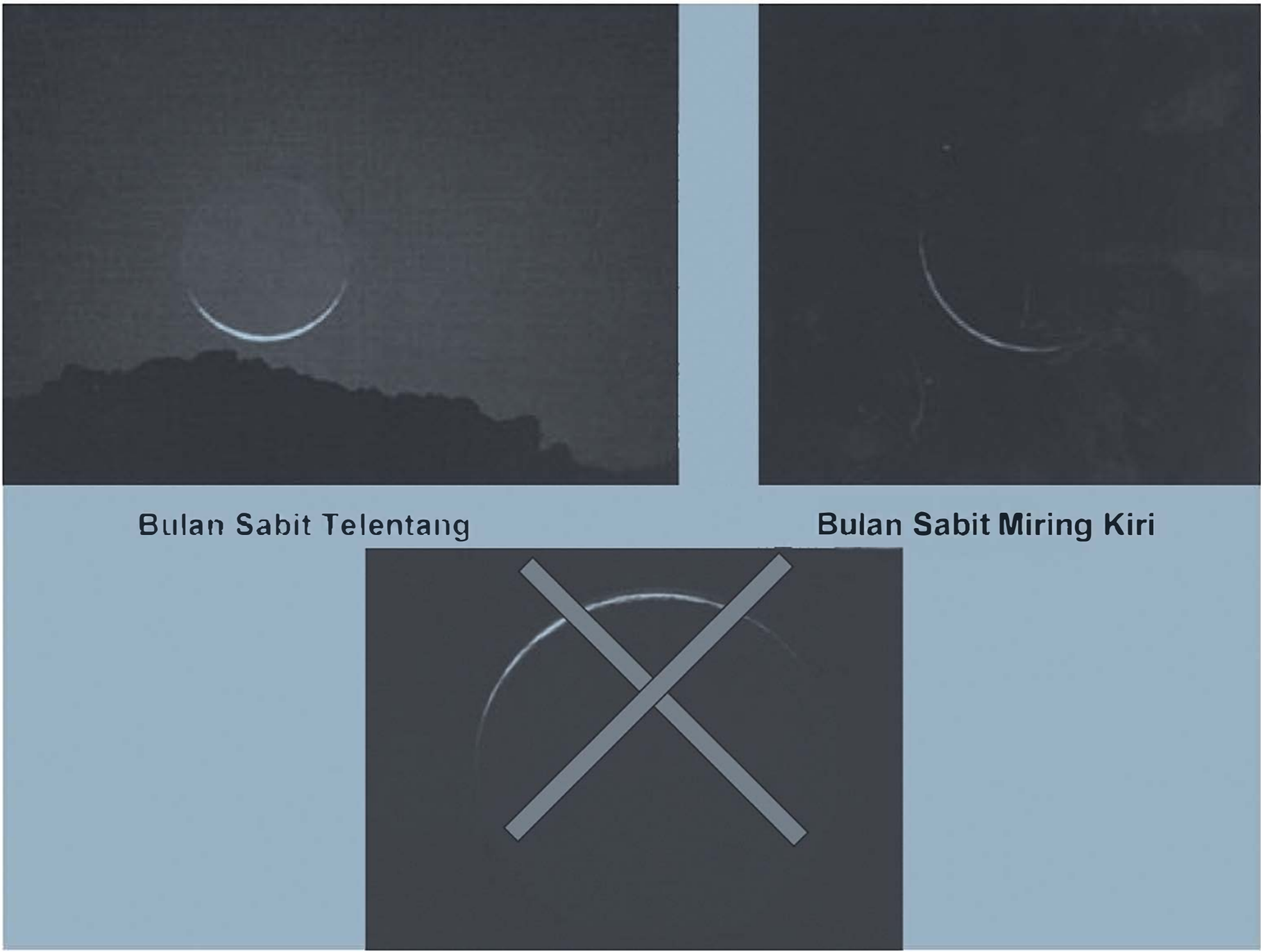
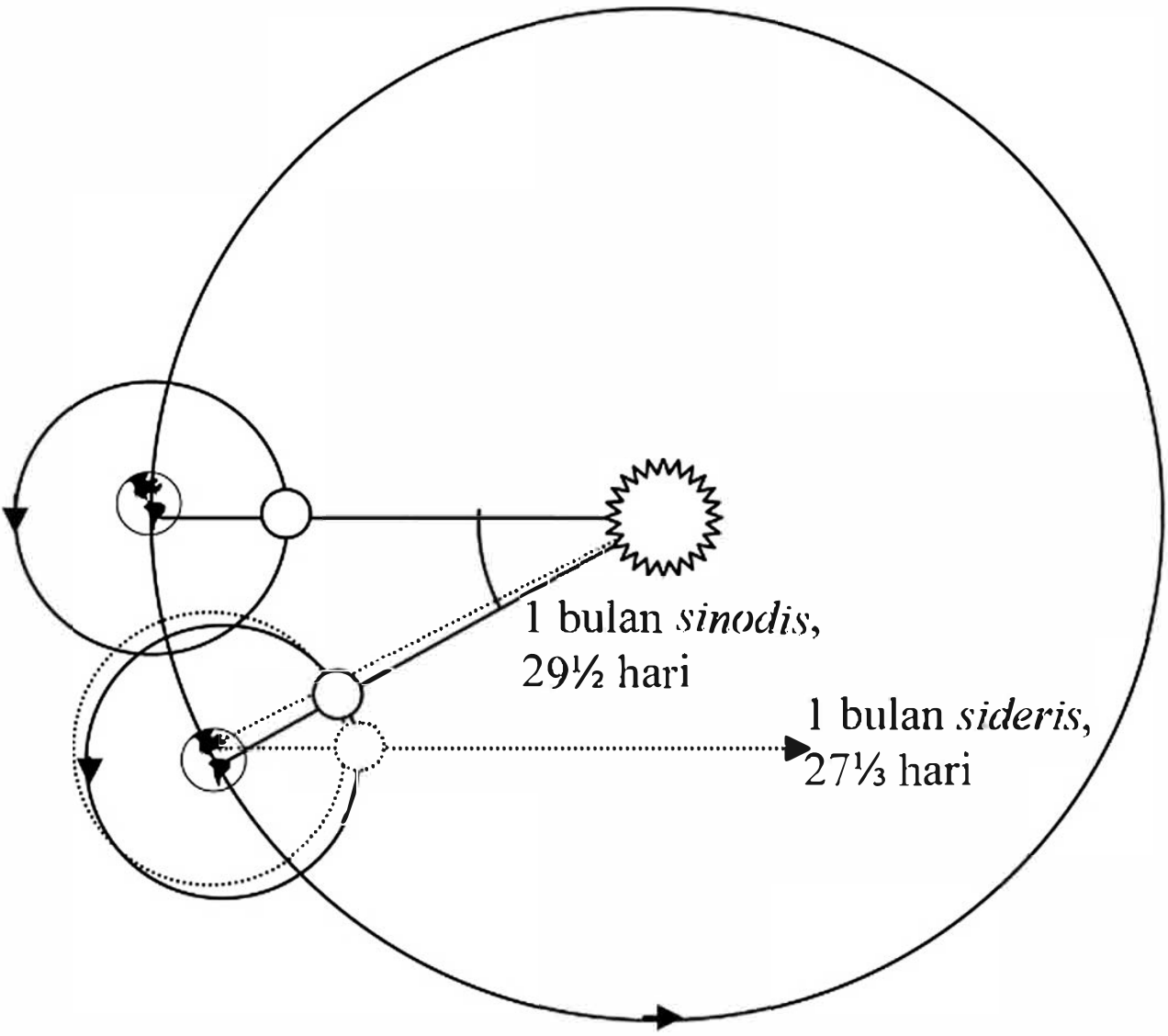
Secara astronomis, posisi relatif Bulan terhadap Bumi dan Matahari bagi kedua Bulan sabit adalah hampir sama, yaitu Bulan berada di antara Bumi dan Matahari. Secara praktis Bulan sabit hilal dan tandan daun kurma terlihat di tempat yang berbeda.

Gambar 5 Bulan Sabit *Ahillah* di Barat ketika Maghrib

Ahillah tampak di ufuk barat ketika maghrib, lihat Gambar 5. Ketika Bumi berotasi, semua bagian di Bumi ikut berotasi, termasuk papan arah barat. Ketika bagian Bumi tempat papan arah ini berada dalam waktu menjelang Matahari terbit, arah barat menjadi seperti tampak pada Gambar 6. Jelas bahwa Bulan sabit *'urjûnu al-qadîm* tampak di langit timur sebelum Matahari terbit atau shubuh.

Gambar 6 Bulan Sabit *'Urjûnu Al-Qadîm* di Timur ketika Shubuh

Bulan sabit *ahillah* dan *'urjûnu al-qadîm* berbeda waktu dan tempatnya terlihat. Meskipun demikian, keduanya tampak sama, yaitu berupa garis tipis atau garis yang lebih tebal—Bulan sabit telentang, miring kanan atau miring kiri, dan tidak pernah tertelungkup.

Dari uraian tadi, kita dapat mengetahui batasan selang waktu Bulan berdasarkan perjalanan dan posisinya.

Untuk memperoleh gambaran lebih lanjut, kita akan berasumsi bahwa Bumi dan Bulan mengelilingi Matahari. Bulan juga mengelilingi Bumi dengan satu putaran penuh selama $27^1/_3$ hari. Sebagai posisi awal, kita akan meletakkannya pada posisi konjungsi, yakni ketika Bumi, Bulan, dan Matahari berada pada satu garis astronomis. Karena Bumi bergerak mengelilingi Matahari, selama Bulan mengelilingi Bumi ($27^1/_3$ hari), posisi Bumi bergeser sehingga garis yang menghubungkan Bumi-Matahari juga bergeser. Setelah bergerak keliling satu lingkaran penuh, posisi Bulan pun tidak lagi berada pada garis astronomis Bumi-Matahari. Untuk kembali berada pada posisi konjungsi, Bulan harus bergerak sekitar dua hari lagi, dan rentang satu konjungsi ke konjungsi berikutnya adalah 29½ hari.

Gambar 7 Bulan Sabit Teramati

Gambar 8 Peredaran Bulan dan Bumi Mengelilingi Matahari

Periode Bulan mengelilingi Bumi yang ditandai oleh dua konjungsi—diawali dengan Bulan sabit barat dan diakhiri oleh Bulan sabit timur—dapat dijadikan sebagai satuan waktu berbasis peredaran Bulan. Panjang hari dalam satu satuan waktu ini adalah 29 dan 30 hari, yakni penggabungan dua kurun waktu yang masing-masing 29½ hari. Karena satu tahun terdiri dari 12 bulan, jumlah hari dalam sistem waktu berdasarkan peredaran Bulan ini adalah 354 hari, sebagaimana sistem penanggalan yang pernah dibuat oleh Raja Romulus pada abad ke-8 SM dan Umar ibn Al-Khaththab r.a.[]

Bulan Purnama

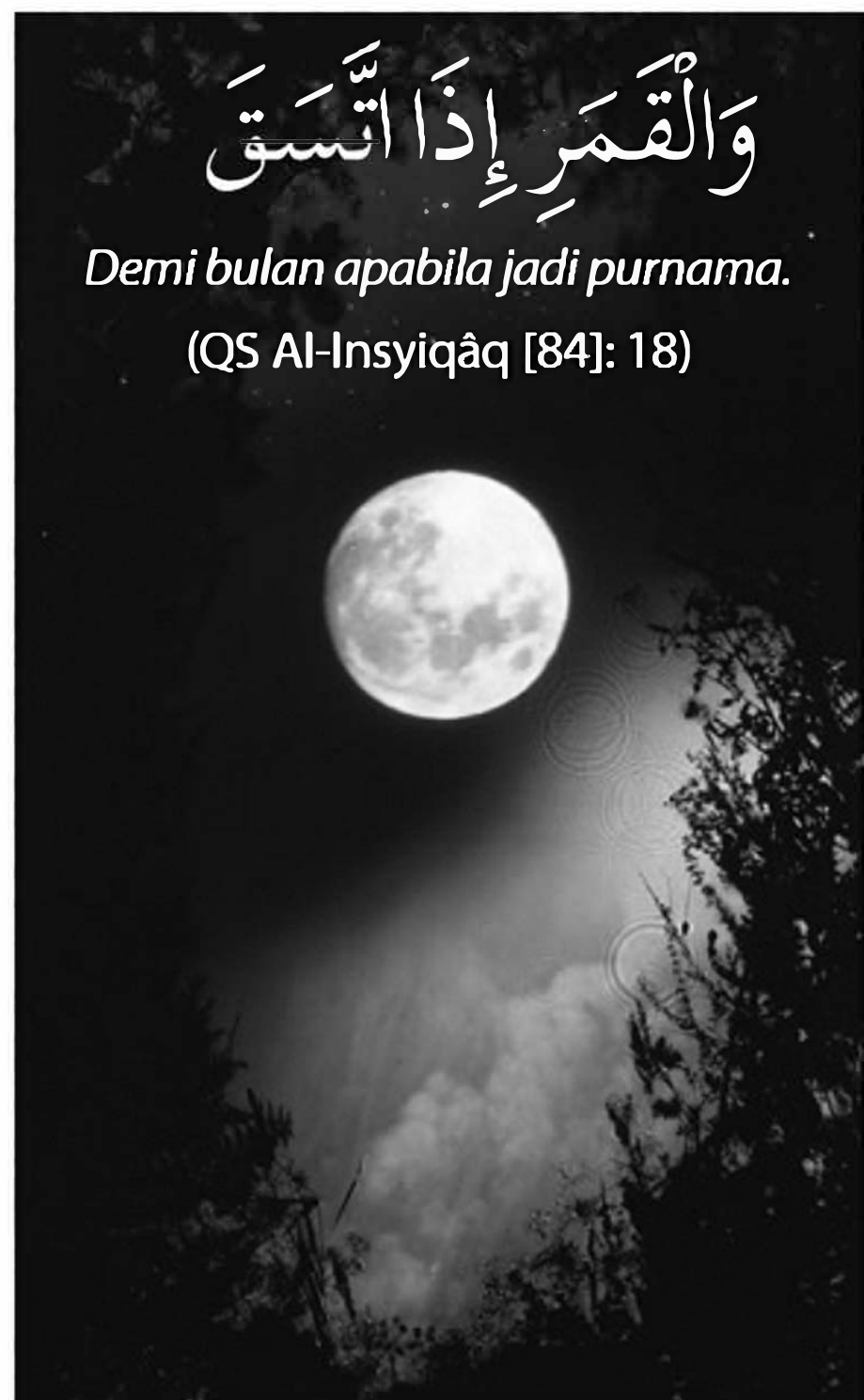
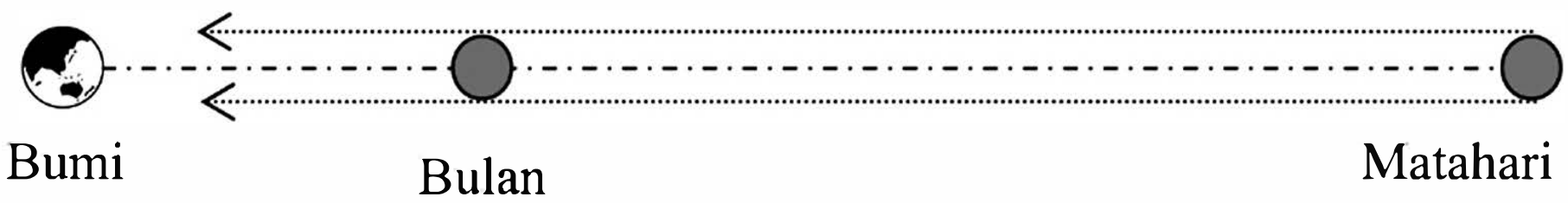
W*asaqa-yasiqu-wasqan* وسق – يسق – وسقا (mengumpulkan, memikul) dalam bentukan *fi'il mazîd khumâsi* (*fi'il* tambahan menjadi 5 huruf) menjadi *iwtasaqa* إوتسق dan dikenai proses *i'lal* menjadi *ittasaqa* إتسق (menjadi harmonis, menjadi bulat penuh). Bulan purnama (إتسق القمر *ittasaqa al-qamaru*).

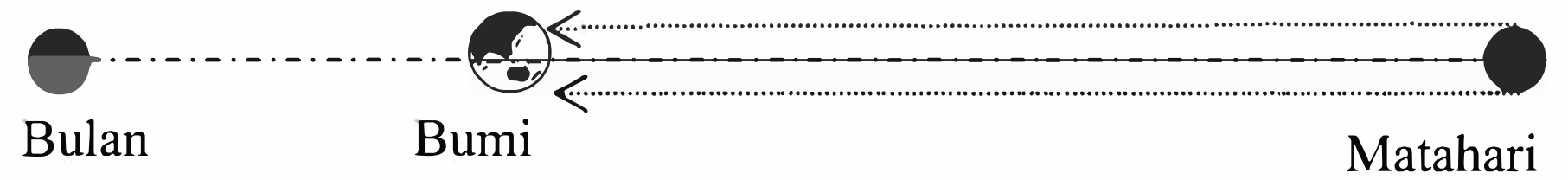
Bulan sabit adalah fase sesaat setelah dan sebelum konjungsi. Bulan purnama adalah Bulan yang sedang menghadap Bumi dan mendapat pancaran sinar Matahari penuh sehingga terlihat bundar. Keadaan ini terjadi jika Bulan dalam posisi konjungsi superior, Bulan-Bumi-Matahari berada dalam satu garis astronomis.

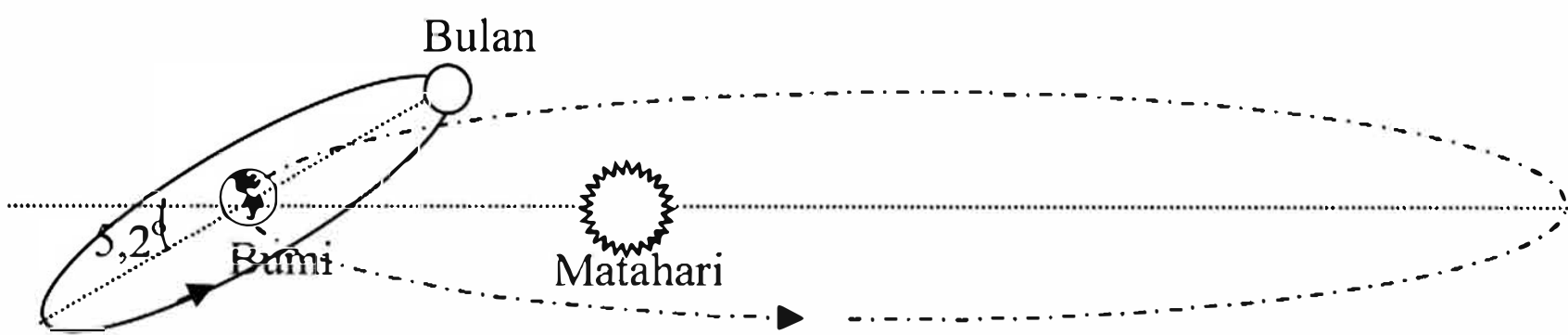
Gambar 1 Bulan Purnama

Dalam keadaan konjungsi seharusnya terjadi fenomena gerhana, yaitu Gerhana Bulan untuk konjungsi superior dan Gerhana Matahari untuk konjungsi inferior. Akan tetapi, mengapa tidak terjadi Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan setiap bulan?

Pengamatan saksama dan pengukuran diameter Bulan dan Matahari dari Bumi memberikan nilai yang hampir sama, yaitu setengah derajat. Konsekuensinya, Matahari akan tertutup jika Bulan dalam keadaan konjungsi inferior. Fenomena ini dikenal sebagai Ger-

hana Matahari total, dan seharusnya terjadi sebulan sekali. Sekali lagi, fenomena ini tidak terjadi dan tidak teramati. Gerhana Matahari memang kadang terjadi, tetapi tidak setiap bulan dan tidak selalu Gerhana Matahari total. Mengapa demikian?

Gambar 2 Skema Gerhana Matahari

Demikian pula ketika konjungsi superior, seharusnya terjadi Gerhana Bulan, tanpa sinar Matahari ke Bulan karena terhalang Bumi, bukan purnama. Mengapa demikian?

Gambar 3 Skema Gerhana Bulan

Para astronom menjelaskan bahwa lintasan Bumi mengelilingi Matahari membentuk bidang yang disebut bidang ekliptika. Lintasan Bulan mengelilingi Bumi juga membentuk bidang. Jika bidang Bulan-Bumi berimpit dengan bidang ekliptika, Gerhana Bulan maupun Gerhana Matahari akan selalu terjadi tiap bulan. Ternyata bidang Bulan-Bumi membentuk sudut 5,2° terhadap bidang ekliptika.

Gambar 4 Bidang Edar Bulan

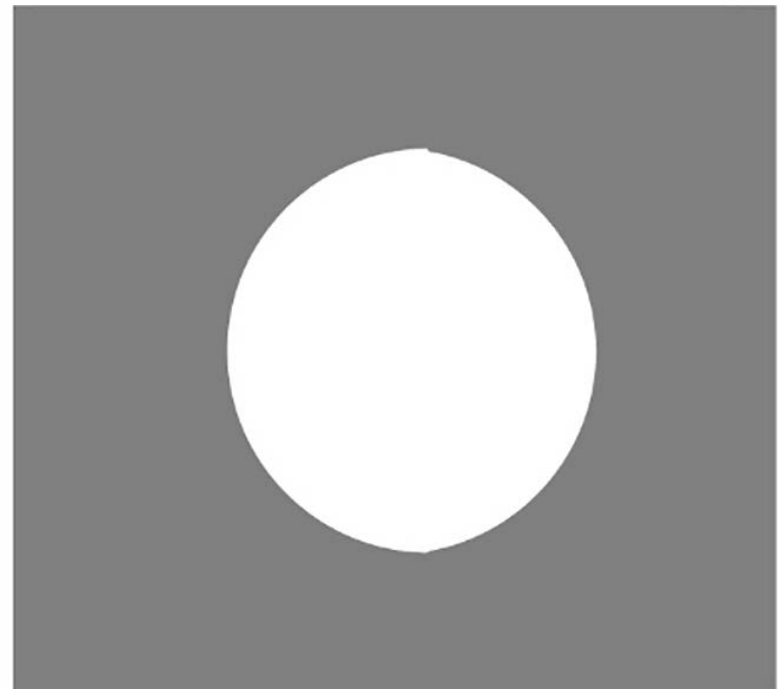
Apa keistimewaan Bulan purnama hingga Allah Swt. bersumpah atas namanya?

Jika waktu yang diperlukan Bulan untuk mengelilingi Bumi dari satu konjungsi inferior ke konjungsi inferior berikutnya adalah 29½ hari, waktu posisi Bulan mati menuju purnama adalah 14¾ hari, yakni hari ke-15. Artinya, Bulan purnama paling terang terjadi pada hari ke-15, jika hitungan hari dimulai sejak konjungsi.

Dalam Al-Quran hanya ada satu ayat yang menjelaskan tentang Bulan purnama. Petunjuk lain dapat kita peroleh dari hadis.

Pernyataan Rasul Saw. tersebut membantu memahami fungsi purnama bagi pembuatan kalender Hijriyah. *Ayyâmun* أيام jamak taksir dari *yaumun* يوم (hari, waktu sehari); *bîdhun* بيض jamak taksir dari *baidhatun-abyadhun* أبيض – بيضة (putih, pedang). Redaksi yang dipilih adalah *ayyâmu al-bîdh* (hari-hari putih, hari-hari terang terus), bukan *allayâlî al-bîdh* الليالى البيض (malam-malam terang Bulan, malam-malam Bulan purnama).

Gambar 5 Puasa Sunnah 3 Hari Setiap Bulan

Allayâlî al-bîdh merupakan malam ketika Bulan menampakkan diri dalam bentuk bundar dan terang mirip Matahari. Orang awam akan mendapati langit cukup terang dan Bulan berbentuk bundar selama lima malam, yaitu malam 13, 14, 15, 16, dan 17. Di luar itu, Bulan tidak lagi bulat penuh.

Gambar 6 Bulan Tidak Bulat Penuh

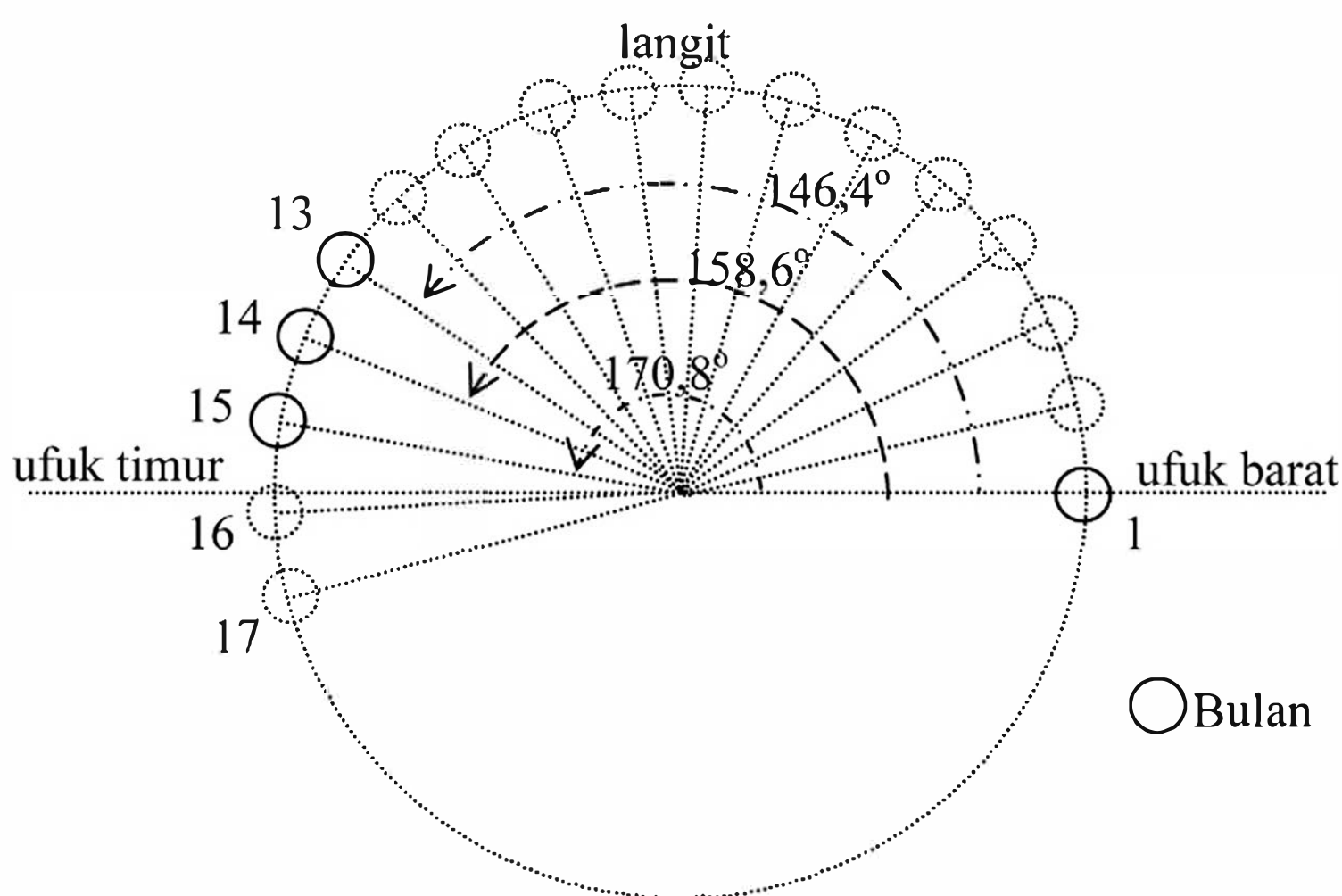
Yaumun berarti satu hari siang dan malam (dalam tanggal sama), berbeda dari *nahârun* yang berarti (hanya) siang hari. Hari-hari putih, hari-hari terang benderang dapat diartikan sebagai hari paling terang dan Bulan paling bundar. Pemahaman ini terkait dengan intensitas sinar (pantulan) dan derajat kebundaran Bulan. Berarti, lima malam dari malam ke-13 sampai ke-17 adalah malam ketika Bulan paling bundar dan paling terang. Namun, pemahaman ini terkendala oleh batasan yang diberikan oleh hadis tadi, yaitu hanya tiga malam—malam 13, 14, dan 15—karena secara teoretis, yang paling bundar dan paling terang adalah malam 14, 15, dan 16. Pergeseran tanggal 14, 15, dan 16 menjadi 13, 14, dan 15 dapat dilakukan dengan menggeser tanggal 1 atau awal bulan.

Pemahaman lain *ayyâmu al-bîdh* adalah hari-hari yang terang terus tanpa (jeda) gelap, bahkan ketika terjadi pergantian siang menjadi malam. Hari dengan sifat seperti ini pasti dipenuhi oleh dua malam pertama dengan penampakan Bulan bundar, yaitu malam 13 dan 14. Mengapa begitu dan bagaimana dengan tanggal 15 yang juga disebut salah satu *ayyâmu al-bîdh*?

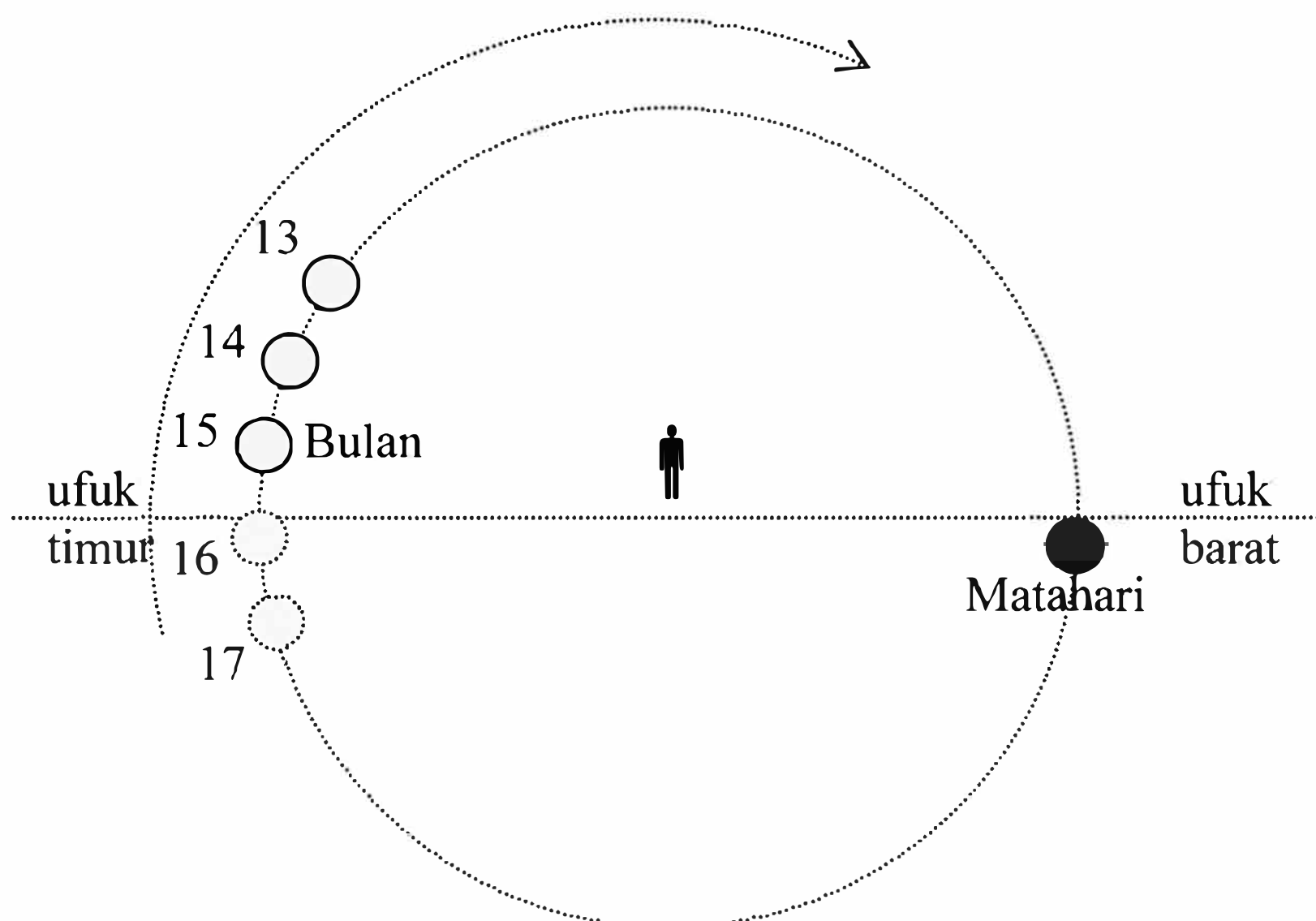
Satu bulan Qamariyah berusia 29 dan 30 hari karena satu bulan *sinodis* mempunyai rentang waktu 29½ hari. Bulan memerlukan waktu 29½ hari untuk mengelilingi Bumi. Karena itu, dalam sehari Bulan bergerak sejauh 12,2° sehingga saat masuk tanggal 13, 14, dan 15, Bulan bergerak sejauh 146,4°, 158,6°, dan 170,8° dari posisi akhir Bulan sebelumnya. Jika awal Bulan di ufuk barat dan kita ambil sebagai posisi

nol dan merupakan malam hari atau tanggal 1, pada awal malam 13, 14, dan 15, Bulan berada 33,6°, 21,4°, dan 9,2° di atas ufuk timur seperti diperlihatkan oleh Gambar 7. Dengan kata lain, Gambar 7 menyatakan posisi Bulan setiap maghrib sejak masuk tanggal 1 sampai masuk tanggal 17.

Akibat rotasi Bumi selama 24 jam, Bulan akan tampak dengan kecepatan sudut 15° per jam atau 1° per menit. Pada tanggal 13, 14, dan 15, Bulan berada di atas ufuk timur ketika maghrib atau Matahari tenggelam di ufuk barat. Karena pada tanggal 13, 14, dan 15 Bulan berpenampakan relatif bundar penuh seperti Matahari, peran Matahari sebagai penerang Bumi dapat digantikan oleh Bulan bundar atau Bulan purnama. Oleh karena itu, saat pergantian siang ke malam pada ketiga tanggal ini tidak terjadi jeda gelap. Itulah penjelasan mengapa ketiga hari pada pertengahan bulan disebut hari-hari putih.

Pada tanggal 16 dan 17 malam, Bulan masih tampak bulat dan terang, tetapi berbeda dengan keadaan Bulan pada tanggal 13 dan 14 ketika maghrib. Pada tanggal 16 dan 17, Bulan berada di bawah horizon ketika Matahari tenggelam di barat. Artinya, ketika maghrib, bagian Bumi kita menjadi gelap karena Matahari telah tenggelam, sedangkan Bulan belum muncul dan masih berada di bawah ufuk. Setelah gelap beberapa

Gambar 7 Posisi Bulan Saat Maghrib

menit, Bulan baru muncul di ufuk timur dan terus naik menerangi Bumi. Barangkali jeda gelap ini yang membuat kedua tanggal tersebut tidak disebut *ayyâmu al-bîdh*.

Pada ilustrasi sebelumnya digunakan posisi Bulan saat ijtimak atau konjungsi yang terjadi saat maghrib karena maghrib merupakan waktu pergantian tanggal dalam sistem waktu Islam. Konjungsi di sini digunakan sebagai batas antara akhir bulan terdahulu, sekaligus awal bulan baru, asalkan konjungsi terjadi sebelum maghrib.

Gambar 8 Gerak Bulan dari Posisi ketika Maghrib

Dalam proses pergeseran posisi Bulan setelah konjungsi hanya sebagian kecil Bulan yang mendapat sinar Matahari. Orang menyebutnya Bulan sabit setelah memasukkan beberapa parameter, seperti atmosfer, ketinggian lokasi pengamatan, dan faktor paralaks. Dalam pendekatan terakhir ini, posisi Bulan dalam model tadi dapat diganti menjadi posisi Bulan sabit terlihat.

Persyaratan nol merupakan kriteria yang dikenal sebagai eksistensi Bulan atau *wujudul hilal*, artinya Bulan sabit ada jika posisi relatif Bulan terhadap Matahari positif di atas ufuk. Sedangkan ketinggian mi-

Gambar 9 Bulan Tampak Terbelah

nimum Bulan yang memungkinkan dilihat dikenal sebagai *imkanurrukyat*. Misalkan, negara yang tergabung dalam MABINS (Malaysia, Brunei, Indonesia, dan Singapura) menyepakati posisi 2° bagi syarat minimum kemungkinan hilal dapat dilihat. Jika hilal telah positif tetapi kurang dari 2°, keesokan hari masih tanggal 30. Tanggal 1 bulan baru dimulai ketika hilal sudah di atas 12°. Akibatnya, pada tanggal 15, Bulan tidak lagi di atas ufuk timur, melainkan di bawah dan muncul ke atas ufuk beberapa menit sehingga tidak masuk kategori *ayyâmu al-bîdh*, hanya dikategorikan sebagai tiga hari paling terang.[]

Kalender Tahun 1431-1440

Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan tempat-tempat orbitnya supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui. (QS Yûnus [10]: 5)

Qaddara قدر adalah *fi'il wazan* lampau dari *qadara* (telah menetapkan). *'Addun-'adadun* عد – عدد (bilangan, hitungan, angka, nomor). *Hisâbun* حساب (hitungan, cukup, kira-kira). *Sanatun* سنة dengan jamak *mudzakkar salim sinûnun* سنون dan jamak *mu'annats salim sanawâtun* سنوات. *Sinîna* سنين adalah *majrur bil al-idhafah, mudhaf ilaih*. Namun, *sinîna* dianggap jamak taksir karena seharusnya *sanûna*, *isim* ini termasuk pola *isim sima'i*, yakni diperoleh dari mendengar konvensi orang Arab. *'Adada sinîna* adalah hitungan atau bilangan tahun.

Surah Yûnus (10): 5 tadi seharusnya menjadi pendorong adanya kalender khusus bagi umat Islam. Sistem kalender yang bertumpu pada gerak relatif Bulan dan Matahari terhadap Bumi yang polanya telah ditetapkan Allah. Memahami pola gerak relatif berarti mengetahui posisi relatif setiap saat.

Selama ini umat Islam mempunyai kalender yang disebut kalender Hijriyah atau kalender Qamariyah—meski sebenarnya tidak murni bertumpu pada peredaran Bulan. Sistem kalender ini hanya diberlakukan dalam rentang waktu tertentu pada masa kekhalifahan Umar ibn

Al-Khaththab dengan kalender 'Urf-nya. Jumlah hari dalam satu bulan ditetapkan secara rata-rata, yaitu 29 dan 30 hari secara bergantian, tetapi kemudian diketahui ada ketidaksesuaian sehingga tidak digunakan lagi. Sayangnya, upaya dan ijtihad tersebut terhenti dan sampai saat ini umat Islam hanya mempunyai *pseudocalendar*, kalender semu yang bersembunyi di balik kalender Gregorian. Disebut kalender semu karena sistem yang dipakai adalah sistem kalender biasa, tetapi tanggal 1 bulan Ramadhan, Syawwal, dan Dzulhijjah belum ditentukan secara pasti.

Semangat untuk memakai kalender Islam, yakni kalender Hijriyah, harus dibangkitkan kembali. Awalnya mungkin banyak ketidaksesuaian sehingga memerlukan perbaikan. Kalender Gregorian yang saat ini dipakai pun tidak sempurna begitu ditemukan, ia juga mengalami perbaikan beberapa kali.

Kalender membingkai waktu, gerak, dan pola hidup seseorang. Ketika masuk Desember, orang mulai bersiap menyongsong libur akhir tahun. Para siswa dan mahasiswa mempersiapkan diri menghadapi ulangan dan ujian akhir semester. Pekerjaan-pekerjaan yang belum selesai segera dituntaskan sehingga tidak akan membebani ketika liburan. Demikian pula ketika masuk bulan Mei dan Juni. Orangtua yang mempunyai anak usia sekolah, sibuk mencari sekolah baru yang sesuai. Pengeluaran diatur, belanja dikurangi, agar biaya pendidikan tersedia. Semua berjalan alami dan otomatis. Setiap orang tahu hari ini hari apa, tanggal berapa, dan bulan apa. Jadwal seminar, kongres, muktamar, dan lainnya juga dapat disusun jauh sebelumnya berdasarkan pembagian waktu tersebut.

Beberapa praktik ibadah umat Islam dikaitkan dengan nama hari, tanggal, dan bulan. Ada puasa sunnah setiap hari Senin dan Kamis. Kemungkinan tidak akan terjadi perselisihan tentang waktu puasa sunnah ini karena nama hari telah diterima dengan baik. Ada puasa sunnah tiga hari di pertengahan bulan, yakni pada hari-hari putih (*ayyâmu al-bîdh*)—tepatnya tanggal 13, 14, dan 15 setiap bulan. Penetapan puasa sunnah tiga hari pada pertengahan bulan tentu tidak mudah

sebagaimana puasa Senin-Kamis, mengingat umat Islam tidak mempunyai kalender sendiri. Umat Islam tidak tahu kapan tanggal 1 bulan Muharram, Shafar, Rabi' Al-Awwal, dan seterusnya. Akibatnya, umat Islam juga tidak tahu kapan tanggal 13, 14, dan 15, pun tidak langsung tahu kapan pertengahan bulan Sya'ban, *nishfu* Sya'ban.

Kelompok penerima dan pengguna hisab sebaiknya memelopori pembuatan kalender Hijriyah dengan tujuan sosialisasi agar umat Islam dapat mengetahui tanggal dan bulan Qamariyah tanpa perlu menunggu pengumuman. Umat Islam dapat mengetahui kapan mulai puasa Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha, serta tahun baru Hijriyah.

Kalangan hisab di Indonesia terbagi dalam dua kelompok, yaitu *wujudul hilal* dan *imkanurrukyat,* dengan visibilitas 2°. Seperti telah disinggung tadi, konsep purnama *ayyâmu al-bîdh* justru menambah kriteria bagi awal bulan, yakni kriteria ijtimak *qablal ghurub* murni, konjungsi terjadi sebelum maghrib. Di bab ini akan ditampilkan kalender Qamariyah untuk 10 tahun, dengan awal bulan menggunakan tiga kriteria, yaitu ijtimak *qablal ghurub* (IQG), *wujudul hilal* (WH), dan *imkanurrukyat* (IR) 2°.

Prinsip-prinsip pergantian hari dan bulan dalam Islam adalah sebagai berikut. Hari dan tanggal berganti saat maghrib, sedangkan dalam sistem Gregorian berganti saat pukul 24.00. Selanjutnya, pergantian bulan diselidiki pada hari ke-29. Pada tanggal ini ditentukan waktu

Konjungsi	Bulan Baru		
	IQG	WH	IR
-	-	-	-
+/-	+	-	-
+/0	+	+	-
+/+	+	+	+

Keterangan:
1. Konjungsi : - belum, +/- sudah tapi negatif,
   +/0 sudah tapi kurang dari 2,
   +/+ sudah dan lebih dari 2.
2. Bulan Baru: - lusa, + besok.

terjadinya konjungsi (ijtimak) inferior, yakni ketika Bumi-Bulan-Matahari berada dalam satu garis bujur astronomis. Dalam keadaan ini, bagian Bulan yang terkena sinar Matahari sepenuhnya membelakangi Bumi. Jika konjungsi terjadi setelah maghrib (-) yang berarti ketika maghrib masih Bulan yang sama hingga keesokan harinya, semua kriteria menetapkan masih tanggal 30. Artinya, usia Bulan tersebut adalah 30 hari.

Jika konjungsi terjadi sebelum maghrib (ijtimak *qablal ghurub*), tiga kasus yang terjadi. *Pertama*, jika hilal praksis negatif (+/-), hanya kriteria IQG murni yang menetapkan keesokan hari tanggal 1 bulan baru, sedangkan dua lainnya menetapkan masih tanggal 30. Meski hilal praksis masih negatif, hilal matematis telah terjadi, yakni sesaat setelah konjungsi. *Kedua*, jika hilal praksis positif tetapi kurang dari 2° (+/0), kriteria IQG dan WH menetapkan keesokan hari tanggal 1 bulan baru, tetapi IR menetapkan masih tanggal 30. *Wujudul hilal* menyatakan bahwa hilal praksis telah ada meski belum dapat dilihat, karena itu bulan telah berganti. *Ketiga*, hilal praksis lebih dari 2° (+/+) yang berarti telah di atas hilal yang mungkin dapat dilihat sehingga semua kriteria menetapkan keesokan harinya adalah tanggal 1 bulan baru. Tabel berikut berisi rangkuman hubungan antara konjungsi, hilal, dan awal bulan.

Istilah keesokan hari masih bulan lama atau telah bulan baru mengacu pada pelaksanaan praktis ibadah shalat 'Idain, Idul Fitri dan Idul Adha. Misalkan, hari yang bertepatan dengan tanggal 29 Ramadhan hilal positif di atas kriteria *imkanurrukyat*, maka ketika maghrib saat itu hari dan tanggal telah berganti, tetapi karena pelaksanaan shalat 'Id baru dilakukan keesokan harinya, pergantian hari terjadi keesokan harinya.

Berikut ditampilkan awal bulan Muharram sampai Dzulhijjah selama sepuluh tahun, yakni sejak 1431 H sampai 1440 H. Kita dapat membuat kalender lebih banyak lagi; 20, 50, atau 100 tahun ke depan. Lokasi yang dijadikan sebagai acuan hisab adalah Menara Rukyat Tanjung Kodok, Lamongan, Jawa Timur, dengan posisi 112°21' BT, 06°52' LS, dan tinggi menara 10 meter. Evaluasi dilakukan dengan sistem dan data

ephemeris dalam Winhisab 2.0 yang dikeluarkan oleh Departemen (sekarang Kementerian) Agama Republik Indonesia 1996. Acuan awal hisab adalah kriteria *wujudul hilal*. Dengan melakukan kompilasi data masa lalu dan mendatang, akan meneguhkan penerimaan bahwa lintasan relatif Bumi, Bulan, dan Matahari telah ditetapkan. Manusia telah memahami dengan relatif, baik posisi-posisi tersebut maupun kondisi turunannya, termasuk kalender Qamariyah atau kalender Hijriyah yang bertumpu pada kondisi relatif Bumi, Bulan, dan Matahari.

Tahun 1431: 2009/2010

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	16/12	19:03	16/12				18/12	
Shafar	15/01	14:13	15/01	17:55	0 29 1.06	16/01	16/01	17/01
R Awwal	13/02	09:53	14/02				15/02	
R Tsani	15/03	04:02	16/03				17/03	
J Ula	14/04	19:30	14/04				16/04	
J Tsani	14/05	08:06	14/05	17:22	2 13 49.47		15/05	
Rajab	12/06	18:16	12/06				14/06	
Sya'ban	12/07	02:42	12/07	17:29	7 32 41.74		13/07	
Ramadhan	10/08	10:09	10/08	17:32	2 43 15.91		11/08	
Syawwal	08/09	17:31	08/09	17:29			10/09	
Dzulqa' dah	08/10	01:46	08/10	17:25	6 30 32.18		09/10	
Dzulhijjah	06/11	11:53	06/11	17:26	1 27 31.08	07/11	07/11	08/11

Tahun 1432: 2010/1011

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	05/12	00:37	06/12				07/12	
Shafar	04/01	16:04	04/01	17:51	-0 20 40.82	05/01	06/01	06/01
R Awwal	03/02	09:32	03/02	17:57	1 6 2.54	04/02	04/02	05/02
R Tsani	04/03	03:47	05/03				06/03	
J Ula	03/04	21:34	03/04				05/04	
J Tsani	03/05	13:52	03/05	17:24	-0 48 20.07	04/05	05/05	05/05
Rajab	02/06	04:04	02/06	17:21	5 13 36.66		03/06	
Sya'ban	01/07	15:55	01/07	17:27	-0 3 41.14	02/07	03/07	03/07
Ramadhan	31/07	01:41	31/07	17:32	7 9 10.30		01/08	
Syawwal	29/08	10:05	29/08	17:31	1 57 47.79	30/08	30/08	31/08
Dzulqa' dah	27/09	18:10	27/09				29/09	
Dzulhijjah	27/10	02:57	27/10	17:25	6 48 41.26		28/10	

Tahun 1433: 2011/2012

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	25/11	13:11	25/11	17:32	1 31 11.06	26/11	26/11	27/11
Shafar	24/12	01:08	25/12				26/12	
R Awwal	23/01	14:41	23/01	17:56	-0 46 32.09	24/01	25/01	25/01
R Tsani	22/02	05:36	22/02	17:53	1 57 40.44	23/02	23/02	24/02
J Ula	22/03	21:39	22/03				24/03	
J Tsani	21/04	14:20	21/04	17:27	-0 56 8.76	22/04	23/04	23/04
Rajab	21/05	06:49	21/05	17:21	3 35 56.88		22/05	
Sya'ban	19/06	22:04	19/06				21/06	
Ramadhan	19/07	11:25	19/07	17:30	1 44 6.41	20/07	20/07	21/07
Syawwal	17/08	22:56	17/08				19/08	
Dzulqa' dah	16/09	09:12	16/09	17:28	2 11 53.10		17/09	
Dzulhijjah	15/10	19:04	15/10				17/10	

Tahun 1434: 2012/2013

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	14/11	05:09	14/11	17:28	6 19 31.17		15/11	
Shafar	13/12	15:43	13/12	17:41	0 2 31.81	14/12	14/12	15/12
R Awwal	12/01	02:45	12/01	17:54	6 0 18.44		13/01	
R Tsani	10/02	14:22	10/02	17:56	-1 22 8.87	11/02	12/02	12/02
J Ula	12/03	02:53	12/03	17:46	3 45 45.45		13/03	
J Tsani	10/04	16:37	10/04	17:32	-1 38 32.20	11/04	12/04	12/04
Rajab	10/05	07:30	10/05	17:22	3 33 27.94		11/05	
Sya‘ban	08/06	22:58	08/06				10/06	
Ramadhan	08/07	14:16	08/07	17:28	0 36 40.14	09/07	09/07	10/07
Syawwal	06/08	04:52	07/08				08/08	
Dzulqa‘dah	05/09	18:38	05/09				07/09	
Dzulhijjah	05/10	07:36	05/10	17:25	3 27 45.73		06/10	

Tahun 1435: 2013/2014

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	03/11	19:52	03/11				05/11	
Shafar	03/12	07:12	03/12	17:36	4 58 3.28		04/12	
R Awwal	01/01	18:16	01/01				03/01	
R Tsani	31/01	04:40	31/01	17:57	4 21 51.49		01/02	
J Ula	01/03	15:01	01/03	17:50	- 1 21 0.17	02/03	03/03	03/03
J Tsani	31/03	01:46	31/03	17:36	6 6 42.73		01/04	
Rajab	29/04	13:16	29/04	17:25	1 29 42.78	30/04	30/04	01/05
Sya‘ban	28/05	01:42	29/05				30/05	
Ramadhan	27/06	15:10	27/06	17:26	0 30 19.39	28/06	28/06	29/06
Syawwal	26/07	05:44	27/07				28/07	
Dzulqa‘dah	25/08	21:05	25/08				27/08	
Dzulhijjah	24/09	13:16	24/09	17:27	0 31 19.73	25//09	25/09	26/09

Tahun 1436: 2014/2015

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	23/10	04:59	24/10				25/10	
Shafar	22/11	19:34	22/11				24/11	
R Awwal	22//12	08:38	22/12	17:45	3 24 41.74		23/12	
R Tsani	20/01	20:16	20/01				22/01	
J Ula	19/02	07:00	19/02	17:54	3 32 29.02		20/02	
J Tsani	20/03	16:38	20/03	17:42	-0 50 45.24	21/03	22/03	22/03
Rajab	19/04	01:59	19/04	17:28	8 4 45.31		20/04	
Sya'ban	18/05	11:22	18/05	17:21	3 34 55.03		19/05	
Ramadhan	16/06	21:07	16/06				18/06	
Syawwal	16/07	08:26	16/07	17:30	3 14 57.39		17/07	
Dzulqa'dah	14/08	21:56	14/08				16/08	
Dzulhijjah	13/09	13:44	13/09	17:29	0 27 59.92	14/09	14/09	15/09

Tahun 1437: 2015/2016

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	12/10	07:08	13/10				14/10	
Shafar	11/11	00:50	12/11				13/11	
R Awwal	11/12	17:32	11/12	17:40	-1 8 14.59	12/12	13/12	13/12
R Tsani	10/01	08:33	10/01	17:53	2 34 49.57		11/01	
J Ula	08/02	21:41	08/02				10/02	
J Tsani	09/03	08:57	09/03	17:47	2 51 46.48		10/03	
Rajab	07/04	18:26	07/04				09/04	
Sya'ban	07/05	02:32	07/05	17:23	8 58 28.42		08/05	
Ramadhan	05/06	10:02	05/06	17:22	4 19 56.09		06/06	
Syawwal	04/07	18:03	04/07				06/07	
Dzulqa'dah	03/08	03:47	03/08	17:32	5 41 12.65		04/08	
Dzulhijjah	01/09	16:06	01/09	17:30	-0 19 40.32	02/09	03/09	03/09

Tahun 1438: 2016/2017

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	01/10	07:14	01/10	17:26	4 20 17.31		02/10	
Shafar	30/10	00:41	31/10				01/11	
R Awwal	29/11	19:21	29/11				01/12	
R Tsani	29/12	13:56	29/12	17:49	0 1 57.02	30/12	30/12	31/12
J Ula	27/01	07:10	28/01				29/01	
J Tsani	26/02	22:01	26/02				28/02	
Rajab	28/03	10:00	28/03	17:38	4 25 9.00		30/03	
Sya'ban	26/04	19:19	26/04				28/04	
Ramadhan	26/05	02:47	26/05	17:21	8 48 46.47		27/05	
Syawwal	24/06	09:33	24/06	17:25	4 4 58.06		25/06	
Dzulqa'dah	23/07	16:48	23/07	17:31	-0 42 41.22	24/07	25/07	25/07
Dzulhij jah	22/08	01:33	22/08	17:32	7 46 32.36		23/08	

Tahun 1439: 2017/2018

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	20/09	12:33	20/09	17:27	2 21 54.86		21/09	
Shafar	19/10	02:15	20/10				21/10	
R Awwal	18/11	18:45	18/11				20/11	
R Tsani	18/12	13:33	18/12	17:43	0 30 42.14	19/12	19/12	20/12
J Ula	16/01	09:20	17/01				18/01	
J Tsani	15/02	04:08	16/02				17/02	
Rajab	17/03	20:14	17/03				19/03	
Sya'ban	16/04	09:00	16/04	17:29	5 23 15.12		17/04	
Ramadhan	15/05	18:50	15/05				17/05	
Syawwal	14/06	02:46	14/06	17:25	7 41 18.66		15/06	
Dzulqa'dah	13/07	09:50	13/07	17:29	3 35 1.61		14/07	
Dzulhij jah	11/08	17:00	11/08	17:32	-0 22 51.76	12/08	13/08	13/08

Tahun 1440: 2018/2019

Bulan		Konjungsi				Awal Bulan		
Nama x	29/x-1	Jam	Tgl	sunset	hilal	IQG	WH	IR
Muharram	10/09	01:05	10/09	17:29	9 11 23.81		11/09	
Shafar	09/10	10:50	09/10	17:25	3 50 37.86		10/10	
R Awwal	07/11	23:05	07/11				09/11	
R Tsani	07/12	14:23	07/12	17:38	0 32 17.06	08/12	08/12	09/12
J Ula	05/01	08:26	06/01				07/01	
J Tsani	04/02	04:07	05/02				06/02	
Rajab	06/03	23:07	06/03				08/03	
Sya'ban	05/04	15:53	05/04	17:34	2 12 45.35		06/04	
Ramadhan	04/05	05:48	05/05				06/05	
Syawwal	03/06	17:05	03/06	17:21	-0 1 49.45	04/06	05/06	05/06
Dzulqa' dah	03/07	02:19	03/07	17:27	7 34 20.38		04/07	
Dzulhijjah	01/08	10:15	01/08	17:32	3 37 3.87		02/08	

Mari, kita pahami lebih dalam pengertian angka-angka pada tabel kalender tadi. Contoh, tahun 1432 H yang berlangsung pada 2010 dan 2011. Jika nama bulan x adalah Muharram 1432, x-1 adalah bulan sebelumnya, yakni Dzulhijjah 1431; jika nama bulan x adalah Shafar 1432, x-1 adalah Muharram 1432; dan seterusnya. 29/x-1 adalah tanggal 29 bulan sebelum bulan yang akan ditentukan tanggal satunya. Kolom Awal Bulan terbagi menjadi tiga: IQG (ijtimak *qablal ghurub*), WH (*wujudul hilal*), dan IR (*imkanurrukyat*). Jika kolom WH terisi tetapi kedua kolom kanan-kirinya kosong, berarti tanggal di kolom WH juga berlaku untuk kolom IQG dan IR. Jika tanggal berbeda, ketiganya ditampilkan.

Pada baris Muharram 1432 kolom 29/x-1 tertera angka 05/12, berarti 29 Dzulhijjah 1431 terjadi pada 5 Desember 2010. Masih baris yang sama, pada kolom konjungsi jam 00:37 tanggal 06/12, berarti konjungsi terjadi pada tanggal 6 Desember 2010 dini hari, pukul 00:37. Artinya, konjungsi tidak terjadi pada tanggal 5 Desember sehingga saat Matahari tenggelam pada tanggal tersebut tidak relevan ditampilkan.

Ketika maghrib 5 Desember 2010 belum terjadi konjungsi, tanggal 1 bulan Muharram 1432 terjadi tanggal 7 Desember 2010 (07/12). Seperti telah dijelaskan sebelumnya, sebenarnya tanggal 1 Muharram mulai berlangsung maghrib 6 Desember sampai maghrib hari berikutnya.

Awal Ramadhan 1432 terjadi bersamaan dengan 1 Agustus 2011 karena pada 29 Sya'ban 1432 versi WH, yakni 31 Juli 2011 (31/07), konjungsi terjadi pukul 01:41 tanggal 31 Juli, jadi sebelum maghrib, dan hilal 7°9'10,30". Menurut kriteria IQG, 29 Sya'ban 1432 terjadi pada 30 Juli 2011, tetapi pada maghrib hari tersebut belum terjadi konjungsi hingga keesokan harinya 31 Juli, dan 1 Ramadhan bersamaan, yakni 1 Agustus. Sebenarnya, 1 Ramadhan dimulai maghrib 31 Juli dan shalat Tarawih dimulai malam itu, tetapi dalam penyebutan digunakan 1 Ramadhan dimulai 1 Agustus, yakni hari pertama berpuasa.

Menariknya, meskipun awal Ramadhan sama, tetapi akhirnya tidak sama. Tanggal 29 Ramadhan bersamaan dengan 29 Agustus (29/08) dan konjungsi terjadi pukul 10:05, Matahari tenggelam pukul 17:31. Ketika Matahari tenggelam ini, ketinggian hilal 1°57'47,79" (kurang dari 2°) sehingga kriteria IQG dan WH menetapkan 30 Agustus 2011 adalah 1 Syawwal 1432, sedangkan kriteria IR pada 31 Agustus 2011.

Awal Syawwal 1432 yang berbeda memberi akhir yang sama. Menurut kriteria IQG dan WH, 29 Syawwal terjadi pada 27 September, konjungsi pada hari itu terjadi pada pukul 18:10, yakni setelah Matahari tenggelam antara pukul 17:00 dan 18:00. Oleh karena itu, Syawwal berusia 30 hari dan 1 Dzulqa'dah jatuh pada 29 September 2011. Menurut kriteria IR, 29 Syawwal adalah 28 September, konjungsi terjadi 27 September, dan hilal ketika Matahari tenggelam 28 September menurut hitungan adalah 11°4'28,26" sehingga keesokan harinya, yakni 29 September 2011, adalah 1 Dzulqa'dah 1432.

Dua kriteria awal bulan kelompok hisab di Indonesia adalah *wujudul hilal* dan *imkanurrukyat* 2°. Dari kalender 10 tahun, 1431-1440, dapat diketahui terjadinya perbedaan Idul Fitri dan Idul Adha di Indonesia. Idul Fitri 1432 menurut hisab berbeda; bagi pemakai kriteria *wujudul hilal* jatuh pada 30 Agustus 2011, sedangkan *imkanurrukyat* pada 31

Agustus 2011. Idul Adha 10 Dzulhijjah berbeda 3 kali: 1431 jatuh pada 16 dan 17 November 2010, 1435 jatuh pada 4 dan 5 Oktober 2014, dan 1436 jatuh pada 23 dan 24 September 2015.

Sebenarnya, perbedaan juga terjadi untuk awal Ramadhan, bahkan dalam tiga tahun berturut-turut. Tanggal 1 Ramadhan 1433 jatuh pada 20 dan 21 Juli 2012, 1434 pada 9 dan 10 Juli 2013, dan 1435 pada 28 dan 29 Juni 2014. Kelompok *wujudul hilal* akan berpuasa sehari lebih awal daripada kelompok *imkanurrukyat*, berarti puasa lebih lama sehari karena Idul Fitri sama untuk ketiga tahun tersebut. Perbedaan awal Ramadhan tidak terlalu terasa dibandingkan dengan perbedaan dua hari raya karena tidak terjadi gerakan masif shalat berjamaah di tanah lapang atau masjid tertentu.

Kalender Islam Internasional

Perbedaan awal Syawwal tidak hanya terjadi di antara umat Islam Indonesia, tetapi juga di berbagai belahan Bumi lainnya. Sekadar contoh, Idul Fitri 1410 pada bulan April 1989 tercatat tiga hari: 6 April untuk Bahrain, Kuwait, Qatar, Arab Saudi, dan Tunisia; 7 April untuk Aljazair, Irak, Yordania, Maroko, dan Mesir; 8 April untuk India, Oman, Pakistan. Perbedaan lebih banyak untuk Idul Fitri 1427 pada bulan Oktober 2006 yang berbeda sampai empat hari: 22 Oktober untuk Nigeria dan Indonesia; 23 Oktober untuk Australia, Austria, Bahrain, Belanda, Belgia, Czech, Denmark, Jibuti, Guyana, Indonesia, Irak, Italia, Kanada, Kuwait, Lebanon, Libia, Norwegia, Pakistan, Prancis, Qatar, Arab Saudi, Senegal, Somalia, Sudan, Swedia, Tunisia, Turki, UAE, UK, Ukraina, USA, Yaman; 24 Oktober untuk Afrika Selatan, Australia, Aljazair, Brunei, Filipina, Guyana, Indonesia, Iran, Jerman, Yordania, Kanada, Malawi, Malaysia, Maroko, Mesir, Oman, Spanyol, Sri Lanka, Suriah, Tanzania, Inggris, Amerika Serikat; dan 25 Oktober untuk India, Indonesia, dan Pakistan. Di Indonesia sendiri, pada 2006, ada empat kelompok Muslim yang mengawali bulan Syawwal pada waktu yang berbeda.

Secara umum, perbedaan terjadi akibat penerimaan dan pengamalan metode hisab dan rukyat sebagai penentuan awal dan akhir bulan Ramadhan. Sedikit kilas balik, Muktamar Internasional Fiqih dan Falak 1968 di Malaysia, 1978 di Istanbul, Turki, dan Muktamar Lajnah Al-Ifta' Aljazair menetapkan penggunaan hisab sebagai penentuan awal bulan karena rukyat sulit. Muktamar serupa di Tunisia (1981), Aljazair (1982), dan Muktamar Al-Fiqiyah Al-Islamiyah di Makkah (1981) menetapkan rukyat sebagai penentu awal bulan. Muktamar di Al-Azhar (1982) kembali meneguhkan hisab.

Pada saat yang sama, konferensi penyatuan kalender Hijriyah internasional juga dilakukan. Konferensi *pertama* dilaksanakan pada November 1978 dan yang *kedua* pada 1980 pada bulan yang sama, keduanya di Istanbul. Konferensi pertama yang dihadiri utusan dari 20 negara, termasuk Indonesia, menghasilkan beberapa keputusan, di antaranya penentuan awal bulan dengan rukyat—hasil rukyat berlaku untuk seluruh tempat di muka Bumi—dan penyatuan kalender Hijriyah internasional. Konferensi kedua menghasilkan keputusan penyatuan kalender Hijriyah di seluruh Dunia Islam.

Terkait kalender Hijriyah dan kegiatan ibadah, anggota konferensi terbagi dalam tiga pandangan: Aljazair, Tunisia, dan Turki berpegang pada hisab; Arab Saudi berpegang pada rukyat; Bangladesh dan Indonesia berpegang pada hisab dan rukyat. Konferensi ke-8 di Jeddah pada 1998 menegaskan bahwa penyatuan kalender Hijriyah di seluruh Dunia Islam berpegang pada hisab *miladul hilal* dengan markas Makkah. Konferensi dan muktamar terkait kalender terus dilangsungkan dan belum diperoleh titik temu sehingga kalender Hijriyah bersama belum dibuat.

Kalender Hijriyah Dunia Islam memang harus segera direalisasi, khususnya oleh kalangan yang setuju dengan hisab. Kalender ini tidak dipaksakan kepada mereka yang berpegang pada rukyat, sebaliknya penganut rukyat juga tidak boleh memaksa penganut hisab untuk mengikuti hasil rukyat dan sidang *itsbat*. Selain untuk memastikan tanggal dan ibadah sunnah, upaya ini dilakukan untuk menyosialisasikan bahwa hisab lebih mudah dan praktis.

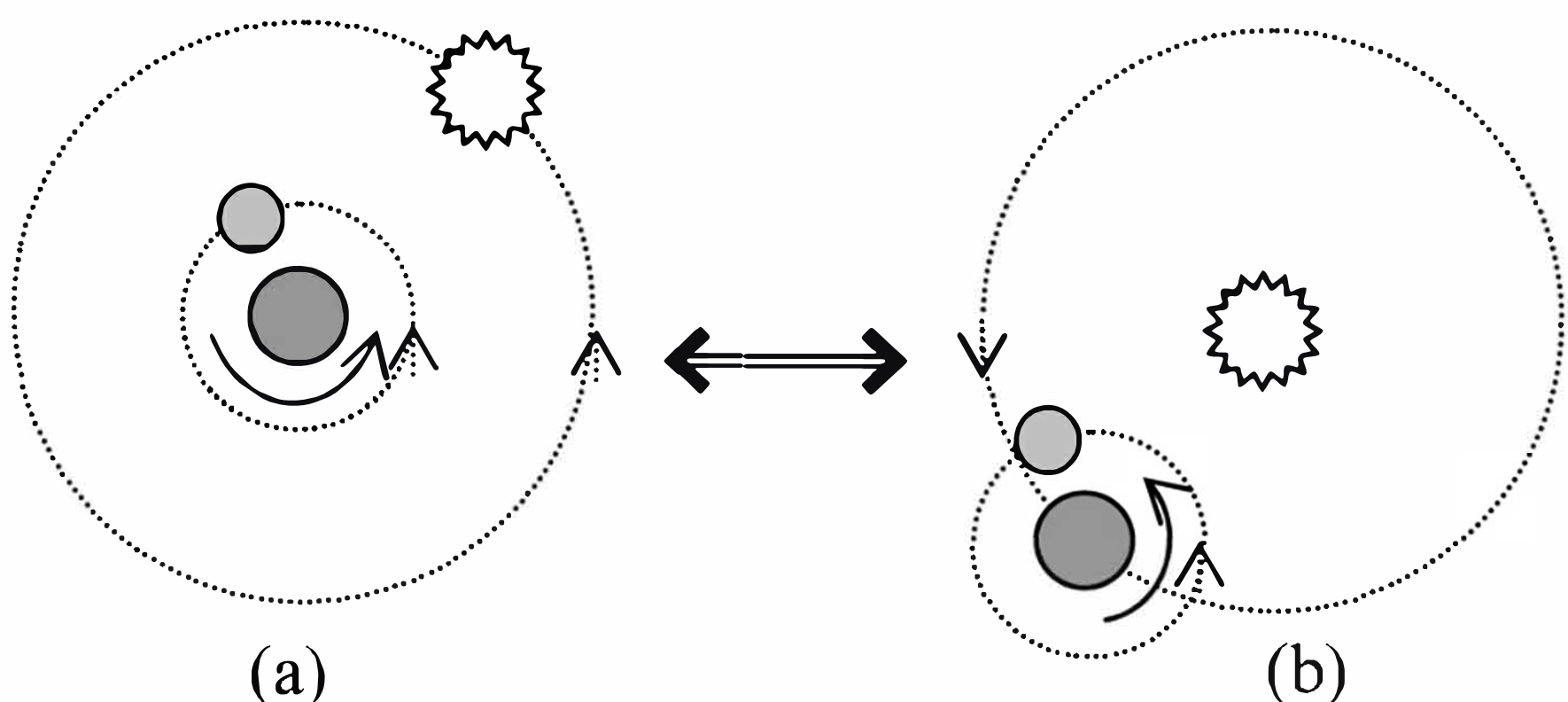
Makkah adalah sebuah kota tempat Masjid Al-Haram dan Ka'bah, kiblat umat Islam, berada. Oleh karena itu, Makkah ditetapkan sebagai markas hisab. Kriteria visibilitas tunggal memang sulit, bahkan tidak mungkin, diterapkan. Alternatifnya, kembali pada *nash* utama, Surah Al-Baqarah (2): 189, sebagai pertanda waktu. Redaksi yang digunakan di dalam ayat ini adalah *ahillah* (Bulan sabit) yang merupakan jamak taksir dari *hilâlun*. Untuk mendapatkan kalender Hijriyah yang berlaku secara internasional, kata *ahillah* harus dijadikan kata kunci.

Kriteria visibilitas tidak harus tunggal (*hilâlun*), bisa juga bervariasi (*ahillah*) dengan Makkah sebagai markas. Misalkan, visibilitas hilal (*wujudul hilal*) di Makkah adalah nol derajat, kota dan negeri sebelah timur Makkah akan menerapkan ijtimak *qablal ghurub*, sedangkan sebelah barat Makkah menggunakan *imkanurrukyat*. Satu hal yang harus sama adalah awal bulan, masih dalam tiga batasan tersebut, ijtimak *qablal ghurub*, *wujudul hilal*, dan *imkanurrukyat*. Kemungkinan adanya perbedaan yang ekstrem telah diantisipasi sebelumnya, mengingat hisab dilakukan sampai ratusan tahun mendatang. Sudah saatnya umat Islam memiliki kalender Hijriyah bersama, sehingga kegiatan-kegiatan ibadah ditetapkan tanpa keraguan.[]

Balap Antara Bulan dan Matahari

Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya. (QS Yâ' Sîn [36]: 40)

Sebelumnya telah dibahas, Surah Yâ' Sîn (36): 40 ini membawa pada simpulan bahwa Bumi harus berotasi. Bila tidak berotasi, kandungan ayat ini akan bertentangan dengan fenomena Bulan sabit yang semakin tinggi di ufuk barat setelah bulan baru. Kita akan membahas kecepatan dua objek langit, Bulan dan Matahari. Ayat ini mengatakan bahwa tidak mungkin Matahari mendahului Bulan. Artinya, Bulan lebih cepat daripada Matahari.

Jika objek yang ditinjau hanya Bumi, Bulan, dan Matahari, kedua pola lintasan berikut adalah identik. Pola *pertama,* Bumi dijadikan acuan, Bulan dan Matahari bergerak mengelilinginya. Pola *kedua,* Matahari

Gambar 1 Pola Gerak yang Identik

sebagai acuan yang diam, Bumi dan Bulan bergerak mengelilinginya. Jika tidak ada objek lain di luar ketiga objek tersebut, kita tidak punya cara untuk memperlihatkan pola gerak mana yang sebenarnya.

Gambar 2 Gerak Melingkar Kecepatan Sudut Sama

Di dalam upaya memahami teks tadi, terkait dengan kecepatan Bulan dan Matahari, kita gunakan Bumi sebagai acuan. Bulan dan Matahari terlihat menempel pada permukaan langit yang sama—meski sebenarnya jarak Bumi-Matahari sekitar 400 kali jarak Bumi-Bulan.

Pada Gambar 2, objek B dan M pada awalnya menempati posisi 1 dan 2. Setelah bergerak dalam waktu yang sama dengan lintasan lingkaran, B dan M sampai pada posisi 3 dan 4. Panjang lintasan berbeda, tetapi sudut yang ditempuh sama. Dalam kasus seperti ini dikatakan bahwa kecepatan sudut B dan M sama, tetapi laju kecepatan tangensial, yakni kecepatan yang bersinggungan dengan lintasan lingkaran, berbeda. Laju tangensial M lebih besar daripada laju tangensial B.

Gerak dua roda dengan jejari berbeda dan dihubungkan tali, pada Gambar 3, memberikan laju tangensial yang sama, tetapi laju sudut yang berbeda. Jadi, kebalikan dari gerak dengan dua roda atau lintasan lingkaran yang berbeda, tetapi satu titik pusat. Busur lintasan dari posisi 1 ke 3 akan sama dengan busur lintasan dari 2 ke 4, tetapi karena jejari berbeda, sudut yang dibentuk oleh panjang busur yang sama ini akan berbeda.

Bulan dan Matahari tampak mengelilingi Bumi seperti Gambar 1a atau Gambar 2 dengan Matahari sebagai pusat dua lingkaran. Bulan mengelilingi Bumi satu lingkaran penuh dalam $27^1/_3$ hari. Hal ini identik dengan kecepatan 0°32’55,61” per jam. Matahari bergerak mengelilingi Bumi satu lingkaran penuh dalam 365,25 hari yang identik dengan

Gambar 3 Gerak Melingkar Laju Tangensial Sama

0°2’27,84” per jam. Kecepatan sudut Bulan 13 kali lebih besar daripada kecepatan sudut Matahari. Meskipun demikian, karena jarak Bumi-Matahari sekitar 400 kali jarak Bumi-Bulan, laju tangensial Matahari 30 kali laju tangensial Bulan, $V_M \approx 30\ V_B$. Artinya, meskipun sudut yang ditempuh Matahari 13 kali lebih kecil daripada sudut tempuh Bulan, panjang lintasan yang ditempuh Matahari dalam 1 jam, 30 kali lebih panjang daripada lintasan Bulan dalam rentang waktu yang sama.

Kembali pada gerak relatif seperti pada Gambar 1 yang identik. Secara fisik, gerak mana yang sesungguhnya terjadi? Untuk memahami masalah ini bayangkan dua kereta api, satu diam di Stasiun Tugu Yogyakarta dan satu lagi di Stasiun Gubeng Surabaya. Suatu saat, kereta api yang berada di Stasiun Gubeng bergerak ke arah Yogyakarta dan akhirnya sampai di Stasiun Tugu. Dalam kasus seperti ini sangat jelas bahwa yang bergerak adalah kereta api dari Surabaya ke Yogyakarta, bukan sebaliknya. Posisi kereta dari Surabaya berubah terhadap setiap posisi di daerah Jawa Timur khususnya dan Bumi umumnya, tidak demikian dengan kereta api yang berada di Yogyakarta.

Bayangkan, pada saat itu, sebagian kita berada dalam kereta api yang berada di Stasiun Gubeng Surabaya dan sebagian lainnya di kereta Stasiun Tugu Yogyakarta. Karena kelelahan, kita tertidur nyenyak sehingga tidak merasakan apa pun. Ketika terbangun, dua kereta api

telah diam bersebelahan. Hanya sebelah tirai jendela yang terbuka, yakni yang menghadap kereta sebelah. Tidak tampak tiang yang membedakan antara Stasiun Gubeng Surabaya dan Stasiun Tugu Yogyakarta. Saat itu, kita yang menaiki kereta Surabaya merasa kereta Yogyakarta telah datang dan berhenti di sebelah kereta Surabaya. Sebaliknya, penumpang yang berada di kereta Yogya merasa kereta dari Surabaya telah datang dan berhenti di sebelahnya. Untuk mengetahui siapa yang benar, orang harus keluar dan melihat sedang berada di stasiun mana mereka saat itu.

Upaya ini juga harus kita lakukan untuk memutuskan gerak yang benar pada Gambar 1. Pola gerak telah dirumuskan menjadi konsep geosentris dan heliosentris. Kita yang percaya pada gagasan geosentris maupun yang menerima heliosentris harus menengok ke luar, ke arah bintang-bintang.

Dan (Dia menciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan). Dan dengan bintang-bintang itu mereka mendapat petunjuk. (QS Al-Nahl [16]: 16)

Astronom Friedrich Wilhelm Bessel dari Jerman adalah orang yang akhirnya menerima gagasan heliosentris. Keputusan tersebut didasarkan pada hasil pengamatannya atas bintang Cygnus 61 pada 1838 dengan metode paralaks, sebuah metode standar di bidang astronomi.[]

Langit dan Hiasannya

Sesungguhnya Kami telah menghias langit dunia (yang terdekat) dengan hiasan bintang-bintang. (QS Al-Shâffât [37]: 6)

فَقَضَىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَاتٍ فِي يَوْمَيْنِ وَأَوْحَىٰ فِي كُلِّ
سَمَآءٍ أَمْرَهَا ۚ وَزَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنْيَا بِمَصَٰبِيحَ
وَحِفْظًا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ ٱلْعَزِيزِ ٱلْعَلِيمِ ﴿١٢﴾

Lalu diciptakan-Nya tujuh langit dalam dua masa dan pada setiap langit Dia mewahyukan urusan masing-masing. Kemudian langit yang dekat (dengan bumi), Kami hiasi dengan bintang-bintang dan (Kami ciptakan itu) untuk memelihara. Demikianlah ketentuan (Allah) Yang Mahaperkasa, Maha Mengetahui. (QS Fushshilat [41]: 12)

وَلَقَدْ زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنْيَا بِمَصَٰبِيحَ وَجَعَلْنَٰهَا رُجُومًا
لِّلشَّيَٰطِينِ ۖ وَأَعْتَدْنَا لَهُمْ عَذَابَ ٱلسَّعِيرِ ﴿٥﴾

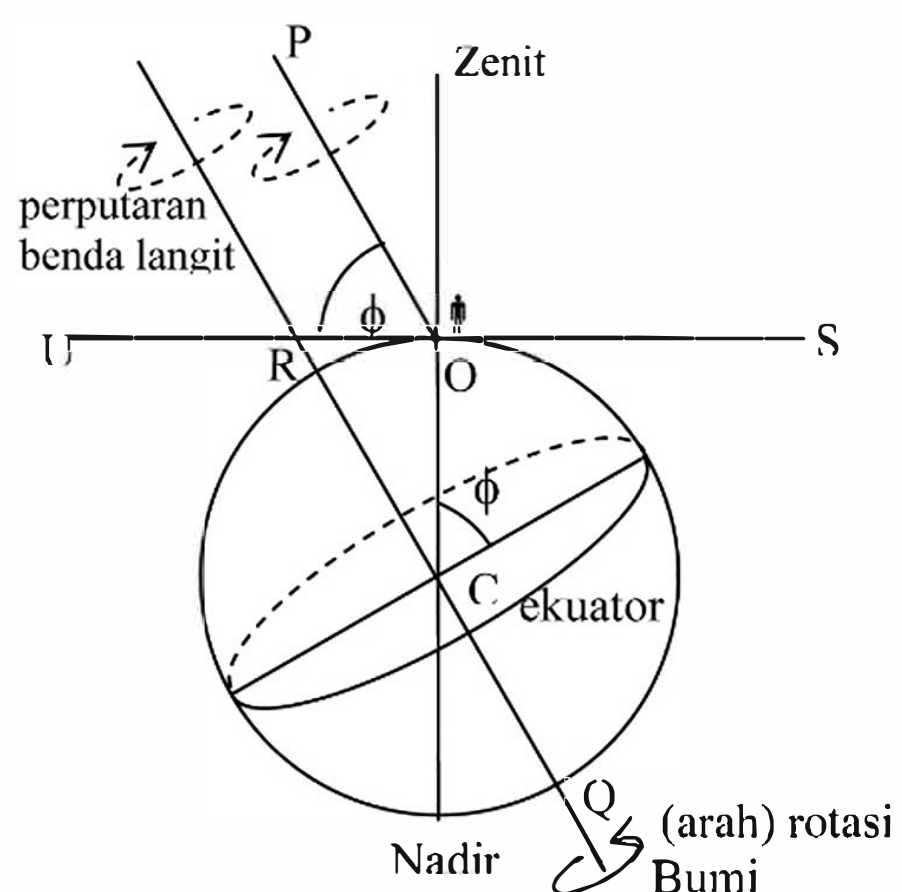
Dan sungguh, telah Kami hiasi langit yang dekat dengan bintang-bintang dan Kami jadikannya (bintang-bintang itu) sebagai alat-alat pelempar setan, dan Kami sediakan bagi mereka azab neraka yang menyala-nyala. (QS Al-Mulk [67]: 5)

Z*âna-yazînu-zainan* زان – يزين – زينا (menghiasi), *wazan* dari *zayyana-tazyînan-azâna-izânatan* زين – تزيينا – ازان – ازنة (mengelokkan, menghiasi). *Zînatun-zînun* زينة – زين (perhiasan). *Dunyâ-dunû* دنيا – دنى (dunia, lawan akhirat); *al-samâ'u al-dunyâ* السماء الدنيا (langit dunia, langit dekat). *Isim ghairu munsharif mishbâ<u>h</u>un-mashâbî<u>h</u>un* مصباح – مصابيح (lampu, pelita). *Kaukabun J kawâkibun* كوكب ج كواكب (bintang, sangat terik, air, kilatan besi dan nyalanya).

Langit dunia, langit dekat? Al-Quran juga menyebut adanya langit tujuh lapis. Dalam perspektif ini, langit dunia berarti langit lapis bawah. Apakah langit dunia? Belum jelas. Sejauh mata memandang hanya tampak satu langit tempat semua benda langit—bintang, Bulan, dan Matahari—menempel. Langit ini membentuk permukaan setengah bola dan keseluruhannya dikenal sebagai bola langit.

Langit ditaburi bintang-bintang. Ada yang tampak terang bagai lampu, ada yang sekadar kelap-kelip. Bintang-bintang ini tampak berserakan tak beraturan dari kaki langit sampai puncak.

Para pengamat berada di permukaan Bumi. Pengamat (*observer*, O) berdiri pada lintang Φ (Gambar 1). Permukaan tempat pengamat berdiri diperluas sampai menyentuh "kaki langit" dan disebut bidang horizontal, sedangkan garis irisan bidang horizontal dengan bola langit disebut horizon, diwakili garis US. Pusat Bumi adalah C (*center*) dan sumbu rotasi Bumi adalah QR. Titik pada langit di atas kepala pengamat disebut (titik) zenit, sedangkan titik di bawah disebut titik nadir. Secara geometris garis OP sejajar sumbu rotasi QR dan akan membentuk sudut yang sama dengan sudut lintang pengamat.

Pengamat di Bumi sekarang menjadi titik pusat bola langit dengan evolusi geometri sebagai berikut. Bumi yang mempunyai jari-jari 6.378 dipandang sebagai titik. Garis OP berimpit dengan poros Bumi (QR) dan membentuk sudut Φ dengan bidang horizontal. Zenit (Z) adalah titik pada langit di atas kepala pengamat. Bintang (X) berada pada ketinggian (*altitude*) *a* diukur dari horizon (A). Azimut adalah jarak sudut dari titik B ke A. Jarak zenit (Z) adalah sudut dari zenit (Z) ke posisi bintang (X) sehingga z = 90°-*a*. Bola langit pun terbelah menjadi dua, yaitu langit

Gambar 1
Pengamat di Bumi

Gambar 2 Kita (Pengamat, O) dan Bola Langit

di atas bidang horizontal dan di bawah bidang horizontal. U, T, S, dan B adalah utara, timur, selatan, dan barat.

Sekarang, kita lihat akibat rotasi Bumi pada poros OP. Arah gerak benda langit akan berlawanan dengan arah gerak rotasi Bumi (lihat Gambar 1). Perhatikan bagian atas bola langit, yakni bola langit di atas bidang horizontal BSTLUVB (Gambar 3) . Benda langit yang dapat diamati oleh pengamat (O) adalah benda langit yang berada di permukaan bola langit atas. Pengamat di bagian Bumi lintang utara (selatan) akan melihat langit bagian utara (selatan) sebagai bola langit atasnya.

Ekuator langit merupakan perluasan dari ekuator Bumi yang ditarik sampai langit. Misalkan, X adalah Matahari. Akibat rotasi Bumi, Matahari (X) akan tampak bergerak menuju ufuk barat dan tenggelam di V dan terus bergerak sampai terbit di ufuk timur L, naik sedikit demi sedikit dan sampai puncak tengah hari di meridian K. Ketika Matahari berada di bawah horizon atau langit bawah, yaitu dari V ke L, dunia yang dirasakan pengamat (O) adalah dunia dalam waktu malam. Sebaliknya, ketika Matahari berada dalam lintasan LKV, dunia pengamat dalam keadaan siang. Ketinggian bidang lingkaran lintasan Matahari ini membentuk sudut yang dikenal sebagai deklinasi, WX.

Gambar 3 Bagan Lintasan Benda Langit

Bintang pada lingkaran langit EF pada prinsipnya dapat dilihat selama 24 jam oleh pengamat (O), tetapi karena kalah terang dibandingkan dengan cahaya Matahari, hanya terlihat pada malam hari. Bintang pada lingkaran langit bawah MN tidak pernah dapat dilihat oleh pengamat (O) walaupun pada malam hari. Jelas bahwa para astronom di Bumi bagian utara, seperti Kanada, Eropa, dan Jepang, hanya dapat mengamati bintang-bintang di langit utara. Sebaliknya, para astronom di Bumi bagian selatan, seperti Selandia Baru, hanya dapat mengamati bintang-bintang di langit selatan.

Jelas bahwa posisi keberadaan bintang relatif dalam pandangan pengamat di Bumi. Bintang dapat diklasifikasikan menjadi tiga. *Pertama*, bintang-bintang yang dalam sehari-semalam selalu berada di permukaan bola langit bagian atas dan seharusnya dapat diamati. *Kedua*, bintang-bintang yang tidak mungkin dapat diamati selama 24 jam karena bintang-bintang tersebut berada di permukaan bola langit bagian bawah. Bintang-bintang ini hanya dapat dilihat oleh pengamat atau astronom jika mereka berpindah lokasi pengamatan dari Bumi bagian utara ke selatan atau sebaliknya. *Ketiga*, bintang-bintang yang dalam selang waktu tertentu berada di bola langit atas dan dalam waktu lainnya berada di bola langit bawah.

Waktu bagi bintang-bintang yang dapat berada di permukaan bola langit atas maupun bawah tidak harus terbagi sama, 12 jam di langit atas dan 12 jam di langit bawah. Bintang-bintang kelompok ini ada yang 1 jam di langit atas dan 23 jam di langit bawah, atau sebaliknya. Ada yang 4 jam di langit atas dan 20 jam di langit bawah, dan seterusnya, bergantung pada posisi setiap bintang di mata pengamat di Bumi.[]

Dada Sesak Saat Mendaki Langit

فَمَن يُرِدِ ٱللَّهُ أَن يَهْدِيَهُۥ يَشْرَحْ صَدْرَهُۥ لِلْإِسْلَٰمِ ۖ وَمَن يُرِدْ أَن يُضِلَّهُۥ يَجْعَلْ صَدْرَهُۥ ضَيِّقًا حَرَجًا كَأَنَّمَا يَصَّعَّدُ فِى ٱلسَّمَآءِ ۚ كَذَٰلِكَ يَجْعَلُ ٱللَّهُ ٱلرِّجْسَ عَلَى ٱلَّذِينَ لَا يُؤْمِنُونَ ﴿١٢٥﴾

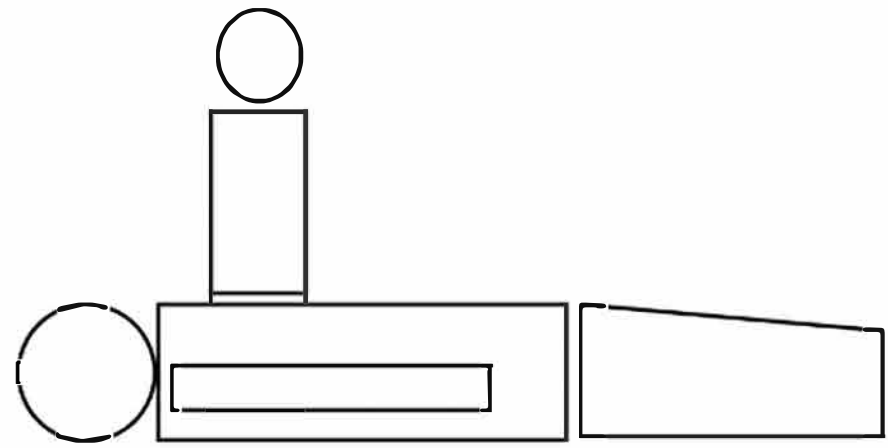
Barang siapa dikehendaki Allah akan mendapat hidayah (petunjuk), Dia akan membuka dadanya untuk (menerima) Islam. Dan barang siapa dikehendaki-Nya menjadi sesat, Dia jadikan dadanya sempit dan sesak, seolah-olah ia sedang mendaki di langit. Demikianlah Allah menimpakan siksa kepada orang-orang yang tidak beriman. (QS Al-An'âm [6]: 125)

A*l-shadru* الصدر dengan jamak taksir *shudûrun* صدور (dada, permulaan dari setiap sesuatu). *Syaraha – asyraha* شرح – اشرح (melapangkan, membukakan). *Dhâqa-yadhîqu-dhîqan-dhaiqan* ضاق – يضيق – ضيقا – ضيقا (sempit); *dhâ'iqun-dhayyiqun* ضائق – ضيق (yang sempit). *Harija-yahraju-harajan* حرج – يحرج – حرجا (sempit, bersalah). *Yashsha'adu* يصعد *wazan* dari *sha'ida-yash'adu-shu'ûdan-sha'adan* صعد – يصعد – صعودا – صعدا (naik).

Dada lapang dan dada sesak merupakan isi utama ayat ini. Dada lapang menerima pemahaman dan keyakinan Islam, sebaliknya dada sesak dan sempit jika menolak kebenaran dan akhirnya tersesat. Al-Quran memberi ilustrasi menarik tentang dada sesak dan sempit, yaitu bagai orang yang mendaki langit.

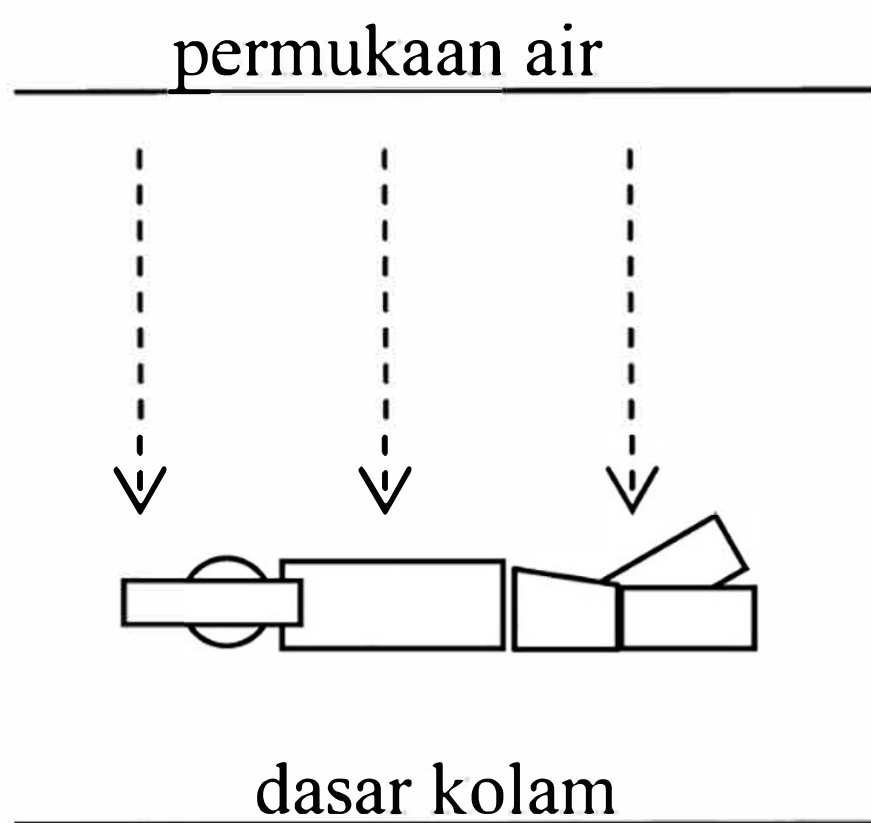
كَأَنَّمَا يَصَّعَّدُ فِى ٱلسَّمَآءِ ۚ

Seolah-olah ia sedang mendaki di langit.

Mendaki dan naik di langit menyebabkan dada sesak. Namun, apa itu langit? Seberapa tinggi langit yang menyebabkan dada sesak jika didaki? Ketinggiannya diukur dari mana? Dari laut dan pantai atau dari daratan paling tinggi seperti puncak gunung? Bagaimana mungkin orang yang mendaki langit dapat merasakan dadanya sesak dan sempit? Mengapa digunakan *harf fî* فِي (di, di dalam) bukan *ila* إِلَى (ke, pada)? Apa implikasi pemilihan kata *fî* ini?

Gambar 1 Dada yang Sedang Diduduki

Secara mekanis, dada sesak terjadi jika dada mengalami tekanan. Misalkan, ketika kita sedang tidur telentang, kemudian dada diduduki keponakan, adik, atau anak kita. Napas kita jadi terganggu, dada terasa sesak.

Contoh lain, ketika seseorang menyelam pada kedalaman tertentu. Makin dalam seseorang menyelam, (gendang) telinga terasa makin sakit. Makin dalam berarti makin banyak air yang berada di atas tubuh sang penyelam.

Kedua contoh tadi mempunyai substansi sama, yaitu tekanan yang bertambah atau membesar. Tekanan *pertama* disebabkan oleh berat badan anak atau adik yang dirasakan oleh dada. Tekanan *kedua* dilakukan oleh air dan dirasakan oleh gendang telinga. Tekanan membesar menyebabkan perubahan kondisi bagian tubuh kita. Perubahan kondisi tubuh dapat terungkap dalam sesaknya dada dan/atau sakitnya telinga.

Gambar 2 Menyelam

Mendaki langit menyebabkan dada sesak. Apakah tekanannya membesar? Dengan medium kolam

atau laut yang menyebabkan tekanan pada tubuh bertambah adalah air. Jumlah air dari permukaan atas sampai tubuh penyelam semakin bertambah jika kedalaman bertambah. Lalu, apa medium di atas Bumi? Jawabnya, udara. Udara termasuk dalam kategori gas. Semakin tinggi, semakin jauh dari permukaan Bumi, udara semakin banyak sehingga tekanan (pada tubuh) semakin besar. Benarkah?

Pendapat umum (*common sense*) kita menyatakan sebaliknya, makin tinggi atau makin jauh posisi dari permukaan Bumi, makin kecil tekanan. Sebabnya, udara yang menekan adalah udara bagian atasnya dan jelas makin sedikit. Udara yang menekan bukan udara bagian bawah karena setiap benda tertarik dan jatuh ke bawah, ke tanah. Molekul-molekul udara pun secara umum ditarik ke bawah, ke pusat Bumi; bukan ke arah sebaliknya.

Gambar 3 Bumi dan Udara di Sekitarnya

Benarkah semakin tinggi, semakin kecil tekanannya? Jika semakin kecil tekanannya, mengapa dada orang menjadi sesak jika bergerak semakin tinggi? Untuk menjawab pertanyaan ini tentu harus dilakukan pengukuran secara cermat.

Orang menjadikan tekanan udara di permukaan laut sebagai acuan. Tekanan udara di permukaan laut adalah 1 atmosfer (1 atm), yang setara dengan tekanan 760 mm air raksa. Penelitian memang memberikan data umum bahwa makin tinggi lokasi, makin kecil tekanan udaranya. Tekanan udara berubah setiap ketinggian 100 meter. Selain bergantung pada ketinggian, besar tekanan udara juga bergantung pada temperatur. Karena di daerah tropis fluktuasi temperatur relatif kecil, tekanan udara di daerah tropis juga relatif tetap dari waktu ke waktu.

Semakin besar tekanan, dada orang yang diberi beban akan semakin sesak. Demikian juga dengan penyelam, semakin dalam dia akan merasakan tekanan yang semakin besar sehingga telinga sakit dan dada sesak. Pertanyaannya, mengapa di ruang angkasa yang tekanan udaranya makin kecil, orang juga mengalami dada sesak?

Gambar 4 Kesetimbangan Tubuh dengan Keadaan Luarnya

Jawabnya adalah kesetimbangan. Manusia lahir, tumbuh, dan menjalani hidup di permukaan Bumi. Artinya, semua organ tubuh manusia, termasuk jantung dan paru-paru yang terkait dengan gerak aliran darah dan pernapasan tumbuh, sesuai dengan tekanan udara luar tubuh, yaitu tekanan udara 1 atm. Tubuh manusia juga mempunyai tekanan sedemikian rupa sehingga mengalami kesetimbangan antara tekanan di dalam tubuh dengan jumlah udara di luar tubuh.

Jika seseorang menyelam pada kedalaman tertentu, tekanan luar menjadi lebih besar daripada tekanan di dalam tubuh. Akibatnya, telinga sakit dan dada sesak. Mengingat kerapatan air jauh lebih besar daripada kerapatan udara, ketika menyelam pada kedalaman 4 atau 5 meter dari permukaan, pengaruh perubahan tekanan luar mulai dirasakan tubuh.

Gambar 5 Tekanan Luar Lebih Kecil Dibandingkan dengan Tekanan dalam Tubuh

Sebaliknya, ketika seseorang naik meninggalkan Bumi, orang tersebut akan merasakan tekanan udara yang semakin kecil. Namun, karena kerapatan udara sangat

kecil, efek perubahan tekanan baru dirasakan ketika jarak dari permukaan Bumi telah cukup besar, ratusan bahkan ribuan meter. Selain itu, kerapatan udara juga semakin kecil sehingga proses pernapasan pun terganggu karena jumlah udara yang dihirup—dibandingkan dengan ketika berada di permukaan Bumi—menjadi lebih sedikit. Akibat tekanan dan renggangnya udara, dada pun terasa sesak.

Tekanan luar yang besar membuat dada sesak dan tubuh bagai remuk. Tekanan luar yang kecil juga membuat dada sesak dan tubuh bagai akan meledak. Oleh karena itu, kesetimbangan harus dijaga dan dipertahankan. Jika seseorang akan naik menuju ke ruang angkasa, harus menggunakan pesawat yang memungkinkan tekanan di sekitar orang tersebut tetap bertahan seperti tekanan di permukaan Bumi.

Masalah dada sesak secara umum telah terjawab. Meskipun pengetahuan yang lebih lengkap, seperti bagaimana perubahan tekanan terhadap ketinggian dan temperatur, harus diteliti, juga faktor-faktor apa saja yang memengaruhi dan bagaimana cara kerjanya.

Setelah pertanyaan tersebut terjawab, ada baiknya menyelidiki sisi lain dari Surah Al-An'âm (6): 125 ini. Anak kalimat dalam ayat tersebut menggunakan *harf fî* فِي (di, di dalam) bukan *ilâ* إِلَى (ke, pada). Jika seseorang terbang dengan pesawat, dengan redaksional *fî*, orang tersebur diliputi oleh langit sehingga langit menjadi ruang yang berada di atas Bumi. Berbeda jika menggunakan redaksional *ilâ*, naik menuju langit, berarti orang tersebut sedang bergerak menuju dan belum mencapai langit. Langit merupakan satu lapisan permukaan tertentu, tetapi Al-Quran tidak menggunakan redaksi yang menuntun pada pemahaman ini.

Perubahan tekanan yang menyebabkan dada sesak berlangsung di langit. Sejak ketinggian berapa sesungguhnya ketinggian yang disebut langit? Naik ke langit berimplikasi pada langit mempunyai ketebalan tertentu, bukan tipis bagai kertas. Ketebalan langit adalah masalah yang harus dikaji lebih lanjut.[]

Biologi

Sang Ratu Semut

Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah seekor semut, "Wahai Semut-Semut, masuklah ke sarang-sarangmu agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari." (QS Al-Naml [27]: 18)

Ayat ini menjadi sangat menarik. Argumen penerjemahan "seekor semut" tersebut berdasarkan kata *al-namlu* muncul dalam يأيها النمل ادخلوا. *Al-namlu* diikuti *fi'il amr udkhulû* ادخلوا

Gambar 1 Semut
sumber: www.naturephoto-cz.com/ant-bug

yang bersandar pada *isim dhamîr hum*, subjek jamak, sehingga *al-namlu* merupakan *isim* dalam bentuk jamak, semut-semut atau para semut. Karena *al-namlu* merupakan *isim* bentuk jamak, *namlatun* نملة adalah *isim* tunggal, seekor semut, dan *qâlat* قالت menggunakan *tâ'* karena mengikuti *namlatun* yang menggunakan *tâ' marbûthah*, meskipun bukan *isim mu'annats*.

Terjemahan seekor semut benar dan dapat diterima, tetapi pertanyaan kritisnya, apakah semut tersebut betina atau jantan? Ketentuan *mudzakkar*-nya *al-qamar* (Bulan) dan *mu'annats*-nya *al-syamsu* (Matahari) tidak merujuk pada kelamin, tetapi sekadar klasifikasi jenis *isim* belaka. Tidak demikian halnya dengan semut yang merupakan makhluk berkelamin sehingga *isim mudzakkar-mu'annats* akan mengelompokkan jenis semut.

Dalam kerumunan semut, ada seekor semut yang berteriak dan memerintah semut-semut lainnya. Siapakah semut yang berteriak tersebut? Mengapa semut tersebut yang berteriak dan bukan semut yang lain? Apa status semut yang berteriak itu dalam komunitas semut tersebut? Mahmud Yunus di dalam terjemahannya menyatakan bahwa semut yang berteriak adalah Raja Semut.

> *Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah* ***Raja Semut****, "Wahai Semut-Semut, masuklah ke sarang-sarangmu agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari."*

Mengapa raja, bukan ratu semut? Alasannya mungkin sangat subjektif, yakni mempertimbangkan bahwa pemimpin umumnya dari kelompok laki-laki, bukan perempuan. Bahkan dalam Al-Quran juga dinyatakan bahwa laki-laki adalah pemimpin bagi perempuan, Surah Al-Nisâ' (4): 34. Akan tetapi, dalam episode Nabi Sulaiman a.s. ini, kisah semut merupakan salah satu rangkaian episode. Episode lainnya adalah kisah tentang negeri Saba' yang dipimpin oleh seorang ratu.

إِنِّي وَجَدتُّ ٱمۡرَأَةٗ تَمۡلِكُهُمۡ وَأُوتِيَتۡ مِن كُلِّ شَيۡءٖ وَلَهَا عَرۡشٌ عَظِيمٞ ٢٣

Sungguh, kudapati ada seorang perempuan yang memerintah mereka, dan dia dianugerahi segala sesuatu serta mempunyai singgasana yang besar. (QS Al-Naml [27]: 23)

Artinya, perempuan pernah menjadi pemimpin sehingga kepemimpinan laki-laki bukan satu-satunya pilihan untuk memahami kepemimpinan semut. Dengan demikian, basis pemberian status raja semut bagi seekor semut yang berteriak dalam ayat tadi tidaklah kokoh.

Pemahaman alternatifnya, *al-namlu* adalah *isim mudzakkar* tunggal, seekor semut jantan, sedangkan *al-namlatu* adalah bentuk *mu'annats* tunggalnya, seekor semut betina. Karena *namlatun* adalah *isim mu'annats* dan kalimatnya adalah kalimat *fi'liyyah*, *fi'il*-nya bersandar pada *dhamîr hiya qâlat* menjadi قالت نملة bukan قال نملة. Selanjutnya, karena kalimat ikutannya mengandung *harf nida'* (kata seru) dan *fi'il amr* (kata kerja perintah), semut betina tersebut berarti sedang berteriak memerintah atau memberi instruksi. Hak dan wewenang memerintah biasanya dimiliki oleh pemimpin, ketua. Dengan demikian, pemimpin atau ketua masyarakat semut adalah semut betina, ratu, dan terjemahan ayat tersebut menjadi:

Gambar 2 Semut Betina?
sumber: organicgarden.blogspot.com

Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah ***Ratu Semut****, "Wahai Semut-Semut, masuklah ke sarang-sarangmu agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari."*

Jika *al-namlu* adalah *isim* tunggal, seharusnya kalimat ikutannya يأيها النمل ادخل bukan يأيها النمل ادخلوا. Atau, *al-namlu* adalah *isim* tunggal *mudzakkar*, sekaligus *isim* jamak taksirnya.

Kamus-kamus Arab sendiri memperlihatkan ketidakseragaman, ketidaktegasan, atau bahkan kebingungan ketika mengartikan *al-namlu*. Kamus Arab-Indonesia Mahmud Yunus menuliskan *namlun J nimâlun* نمل ج نمال yang berarti *namlun* adalah tunggal dan *nimâlun* adalah jamak taksirnya. Namun, di kamus yang sama, di bawahnya, ditulis *namlatun* نملة (seekor semut).

Dalam Elias Modern Dictionary Arabic-English, *namlun* diartikan *ants* (jamak) dan tunggalnya adalah *namlatun*. Kamus Al-Munawwir menuliskan (semut (النمل(الواحدة : نملة ج نمال). Sedangkan Kamus Al-Azhar menulis *namlun wa namalun* dan *namulatun wa namlatun* (semut ♂♀ (نملٌ وَ نَمَلٌ (الواحدة : نملَة و نمُلَة). Singkat kata, deskripsi kata *namlatun* dalam kamus tampak tidak jelas.

Gambar 3 Semut Banyak
sumber: animals.howstuffworks.com

Semut merupakan makhluk yang mempunyai kelamin jantan dan betina. Pembedaan ini, dalam konteks konstruksi sains, sangat diperlukan untuk klasifikasi lebih lanjut, seperti anatomi tubuh dan jenis aktivitas, misalnya, perkawinan semut. Atau, ketika seseorang akan bercerita lebih deskriptif tentang seekor semut jantan dan semut betina. Contohnya, bagaimana bahasa Arab dari "seekor semut betina telah membawa telur-telur itu ke sarangnya", apakah "*al-namlatu hamalat al-buyûdha ilâ maskanihâ*"?

النملة حملت البيوض إلى مسكنها

Sedangkan "seekor semut jantan sedang mencari teman-temannya" adalah "*al-namlu yabhatsu 'an shahbihi*"?

النمل يبحث عن صحبه

Ayat ini adalah contoh epistemologi Islam yang baik. Perbedaan pemahaman atas *al-namlatu* tidak perlu dibiarkan sebagai perbedaan sebagaimana di dalam masalah fiqih. Analisis atas redaksi ayat, tepatnya pada penggalan kalimat *qâlat namlatun* قالت نملة, *harf nidâ' yâ'* يا dan kata kerja perintah *udkhulû* أدخلوا bermuara pada kesimpulan bahwa pemimpin masyarakat semut adalah ratu. Karena pemahaman ratu semut merupakan hasil analisis bahasa, bukan redaksi eksplisit *malikatu al-namli* ملكة النمل. Pemahaman ini perlu diuji di lapangan, di laboratorium.

Para biolog Muslim merancang tahap demi tahap yang harus dilakukan untuk membuktikan hipotesis, pemimpin semut adalah seorang ratu. Laboratorium, dengan demikian sekaligus berperan sebagai hakim, menentukan apakah dugaan bahwa pemimpin semut itu betina adalah benar atau salah. Kebenaran tidak berhenti pada tafsir dan dugaan. Oleh karena itu, kita dapat mengonfirmasi ayat-ayat kauniyah melalui penelitian di laboratorium.

Pertanyaan selanjutnya, mengapa semut terpilih untuk diabadikan dalam Al-Quran? Mengapa bukan hewan lain, seperti belalang, cacing, kecoa, orong-orong, atau yang lain? Apa kelebihan semut dibandingkan dengan hewan-hewan lain? Atau, ada apa dengan semut? Jawaban atas

Gambar 4 Kecoa

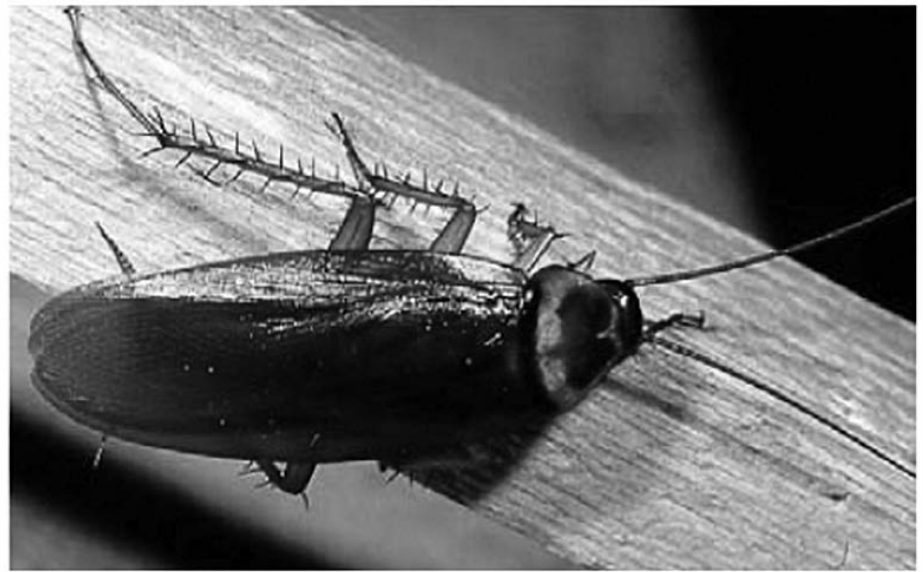
pertanyaan-pertanyaan ini baru dapat diberikan setelah penelitian lapangan, di laboratorium.

Jawabnya juga sudah dikuak oleh para ilmuwan di luar Islam. Majalah *Reader's Digest* yang terbit pada akhir dasawarsa 70-an pernah menguraikan panjang lebar keistimewaan semut dibandingkan dengan hewan-hewan lain. *Pertama*, komunitas semut mempunyai sistem atau struktur kemasyarakatan lengkap, beserta pembagian tugas masing-masing. *Kedua*, masyarakat semut mengenal sistem peperangan kolektif. Artinya, kelompok semut tertentu yang dipimpin seekor ratu semut dapat berperang dengan komunitas semut lain. Sedangkan hewan lain umumnya bertarung secara individu.

Ketiga, semut mengenal sistem perbudakan. Telur, sebagai harta pihak yang kalah perang, akan dikuasai oleh pihak yang memenangi pertarungan. Telur-telur ini akan dijaga sampai menetas dan bayi semut ini akan dijadikan budak-budak pihak yang menang. *Keempat*, semut mengenal sistem peternakan. Pada daun pohon jambu, mangga, dan rambutan kadang terdapat jamur putih lembut. Di sana berdiam hewan kecil berwarna putih yang menghasilkan cairan manis. Semut tahu hewan ini malas berpindah, karena itu semut membantu memindahkannya ke tempat baru bila lahan di sekitar itu telah mulai tandus dan pada waktu tertentu, semut memerah cairannya. Sampai saat ini belum diketahui hewan lain yang mengenal sistem perbudakan dan peternakan. *Kelima*, semut mengenal sistem navigasi yang baik.

Gambar 5 Laron

Beberapa sifat semut telah dikenali, tetapi masih tersisa pertanyaan. Ratu Semut dapat menge-

nali siapa yang akan lewat, kemudian mengomunikasikannya kepada anggota kelompok yang dipimpinnya. Semut mempunyai kepintaran. Lantas, bagaimana semut pada masa sekarang? Apakah mereka juga mengenali seseorang yang akan lewat? Apakah produk-produk buatan juga memengaruhi perkembangan kepintaran semut? Jawabannya akan diperoleh dari kajian laboratorium yang sistematis. Inilah cara ilmu pengetahuan berkembang.

Gambar 6 Semut Berkoordinasi

Wedang Jahe, Minuman di Surga

Yusqauna يسقون *mabni majhul* dari *saqâ-yasqî-saqyan* يسقى – سقيا – سقى (memberi minum). *Ka'sun* كأس (gelas); *mizâjun J amzijatun* مزج ج أمزجة (campuran); *zanjabîlun* زنجبيل (jahe).

Dua muara tempat manusia setelah Kiamat kelak adalah surga dan neraka. Surga disediakan bagi orang-orang yang beriman dan beramal saleh, sebaliknya neraka disediakan bagi mereka yang ingkar dan kufur. Surga sering diceritakan sebagai tempat yang nyaman, dipenuhi dengan berbagai fasilitas dan kenikmatan. Sebaliknya, neraka digambarkan terisi kobaran api yang siap menghanguskan apa saja yang disentuhnya.

Salah satu gambaran tentang surga yang diberikan Al-Quran adalah segelas minuman yang akan diberikan kepada para penghuninya, yaitu

Gambar 1 Minuman Jahe

minuman bercampur زَنْجَبِيْلًا (jahe). Sederhana, bukan? Dua hal menarik dari penggambaran ini adalah ukuran dan jenis minuman.

Gambar 2 Es Kelapa Muda
sumber: isackfarady.wordpress.com

Kisah Al-Quran ini sungguh mengusik hati. Mengapa jahe yang dijadikan campuran minuman di surga? Mengapa bukan yang lain? Apakah jahe merupakan tanaman favorit yang banyak ditemukan di negeri Arab ketika Al-Quran diturunkan? Orang yang tinggal di daerah panas, seperti Jakarta, Surabaya, dan Makassar tentu akan lebih tertarik bila diiming-imingi es kelapa muda.

Atau, mungkin dijanjikan jus alpukat yang tidak kalah menariknya dari es kelapa muda. Atau mungkin minuman-minuman eksklusif, seperti lemon tea atau cappuccino. Akan tetapi, di antara semua pilihan itu, yang dipilih adalah jahe.

Fakta akan isi Surah Al-Insân (76): 17 ini seharusnya menjadi perhatian serius para ilmuwan hayati atau biolog Muslim. Mereka harus meneliti jahe bukan karena pertimbangan suka dan tidak suka (*like and dislike*), melainkan karena Al-Quran telah mengisyaratkan demikian. Mengapa minuman surga adalah jahe, bukan kelapa muda, alpukat, teh hijau, teh lemon, atau cappucino? Apa keistimewaan jahe dibandingkan dengan tanaman-tanaman lain?

Gambar 3 Jus Alpukat

Gambar 4 Kain Warung Kaki Lima
sumber: ichwankalimasada.wordpress.com

Jahe adalah minuman yang sangat populer. Pada malam hari, di pinggir-pinggir jalan banyak terdapat warung kaki lima yang menjual minuman jahe dicampur dengan susu-telur-madu (STMJ).

Sesuai dengan perkembangan dunia industri, STMJ mengalami industrialisasi. Orang tidak harus pergi ke warung kaki lima untuk minum STMJ. Atau seperti para santri pada 1970-an yang akan berlaga dalam Musabaqah Tilawatil Quran (MTQ), mereka menyeduh minuman jahe untuk memperindah suaranya. Kini, minuman jahe sudah tersedia dalam kemasan instan. Tinggal menuang air panas, minuman jahe pun siap dinikmati.

Sekali lagi, para ilmuwan hayati Muslim seharusnya menjadikan ayat tentang jahe ini sebagai titik tolak penelitian mereka. Objeknya banyak dan mudah ditemui, landasan dan dalilnya juga sangat jelas. Mereka harus mengkaji keutamaan dan keistimewaan jahe sehingga dijadikan sebagai minuman surgawi.

Gambar 5 Kemasan Saset STMJ
sumber: isackfarady.wordpress.com

Jahe memang telah menjadi bahan penelitian yang cukup intensif. Ratusan hasil penelitian tentang jahe telah dipublikasikan. Melihat hal tersebut, kita hanya dapat bergumam, "Sayangnya, yang meneliti bukan ilmuwan Muslim yang memperoleh inspirasi dari Al-Quran."

Jahe

Di Indonesia, khususnya Jawa, orang mudah menemukan jahe. Organisasi Pangan dan Pertanian (Food and Agriculture Organization, FAO) mencatat bahwa Indonesia adalah produsen jahe terbesar ketiga dunia, setelah India dan Cina. Pada 15 abad lalu, orang Arab juga sudah tahu jahe. Pertanyaannya, sejak kapan tanaman jahe berada di muka Bumi dan dari mana asalnya? Jahe dapat tumbuh di daerah seperti apa? Apa keutamaan jahe? Apa kandungan jahe? Adakah tanaman yang menyerupai jahe, baik dari sisi bentuk maupun kandungan? Apa saja tanaman tersebut?

Sampai saat ini, para ahli masih belum tahu secara persis asal mula tanaman jahe, meski khasiat jahe telah dikenal sejak ratusan tahun silam. Para ahli masih berbeda pendapat tentang asal-usul tanaman ini. Sebagian ahli memperkirakan bahwa jahe berasal dari India dan telah dikenal sejak 2000 SM. Ia kemudian diperdagangkan hingga Asia Tenggara, Tiongkok, Jepang, hingga Timur Tengah. Sebagian ahli lain menyatakan bahwa jahe berasal dari Cina.

Gambar 6 Rimpang Jahe

Jahe tergolong tanaman tahunan, berbatang semu, berdiri tegak dengan tinggi antara 30-75 cm. Batang berwarna hijau, sedangkan pangkal batang berwarna putih sampai kemerahan. Bentuk batang silindris dan halus. Ia tumbuh mendatar dekat permukaan tanah dan bercabang. Bagian terpenting tanaman jahe adalah akar tongkatnya yang disebut rimpang.

Jika dipotong, tampak warna daging rimpang yang bervariasi, mulai putih kekuningan, kuning, atau jingga. Rasa jahe secara umum pedas karena mengandung senyawa gingerol. Aromanya yang merangsang dan harum ditimbulkan oleh kandungan minyak asiri yang berwarna kuning dan kental.

Daun jahe berselang-seling teratur, panjang 15-23 cm dan lebar 0,8-2,5 cm. Tangkai daun berbulu dan panjang 2-4 mm. Lidah daun tidak berbulu dan panjang 0,75-1 cm. Warna permukaan atas daun lebih tua daripada permukaan bawah. Bunga tumbuh dari rimpang-nya, terpisah dari daun atau batang semunya. Bunga tersebut berupa malai yang tersembul di permukaan tanah, berbentuk tongkat atau bulat telur. Gagang bunga hampir tidak berbulu, panjang sekitar 25 cm, sedangkan rakisnya sedikit berbulu. Sisik pada tangkai bunga berjumlah 5-7, berbentuk lanset dan letaknya berdekatan.

Daun pelindung bunga berwarna hijau cerah, berbentuk bulat telur atau sungsang dan tidak berbulu. Dalam daun pelindung terdapat 1-8 bunga. Mahkota bunga kuning kehijauan berbentuk tabung, helai-nya agak sempit, bibirnya ungu gelap dan berbintik-bintik putih keku-ningan. Kepala sari berwarna ungu, panjang 9 mm, sedangkan tangkai putiknya ada dua.

Jahe dibedakan jenisnya berdasarkan aroma, warna, bentuk, dan ukuran rimpang. Terdapat tiga jenis jahe, yaitu jahe putih besar, jahe putih kecil, dan jahe merah. Jahe jenis pertama mempunyai rimpang berwarna kuning atau kuning muda, seratnya sedikit dan lembut. Aroma kurang tajam dan rasa kurang pedas. Rimpang jenis kedua berbentuk agak pipih, berwarna putih, berserat lembut, dan beraroma tidak tajam. Jahe merah mempunyai rimpang paling kecil dibandingkan dengan

dua jenis jahe lainnya, berwarna merah sampai jingga muda. Selain itu, seratnya kasar, aromanya tajam, dan rasanya sangat pedas. Semua jenis jahe ini mengandung minyak asiri.

Secara tradisional manfaat jahe telah dikenal luas. Di India, salah satu negeri yang diduga sebagai asal jahe, jahe segar dimanfaatkan untuk mengobati rasa mual, asma, batuk, dan rasa nyeri yang hebat. Jahe juga dipakai untuk mengatasi jantung berdebar-debar, gangguan pencernaan, nafsu makan menurun, dan rematik.

Untuk obat batuk, sari jahe dicampur jus bawang putih segar dan madu, sedangkan untuk meredakan mual, jahe segar ditambah sedikit madu dan sejumput bulu burung merak bakar. Bubuk jahe segar juga bisa dicampur air, kemudian diaduk hingga berbentuk pasta dan dioleskan di pelipis untuk meredakan sakit kepala.

Seperti India, jahe juga telah lama digunakan di negeri Tirai Bambu, Cina. Di Cina, jahe dibedakan menjadi jahe segar dan jahe kering. Jahe kering dipakai sebagai bahan baku obat oleh seorang tabib yang hidup pada zaman Kaisar Shen Nong (2000 SM). Dua buku medis yang membahas khasiat jahe segar pada 500 M ditemukan di Cina. Inikah latar belakang munculnya pesan agar kita menuntut ilmu sampai negeri Cina? Jahe kering dipakai untuk menyembuhkan nyeri lambung, nyeri perut, diare, batuk, dan rematik. Sedangkan jahe segar untuk mengatasi masuk angin, keracunan, dan rasa mual.

Jahe bernama ilmiah *Zingiber officinale*, berasal dari bahasa Yunani *zingiberi* dan bahasa Sanskerta *singaberi*. Dunia medis modern memberi dukungan terhadap penggunaan ramuan tradisional jahe. Hasil penelitian menyatakan bahwa ekstrak jahe, baik dari jahe segar maupun jahe kering, berkhasiat mengatasi infeksi bakteri, infeksi jamur, kejang, nyeri, luka, serta gangguan lambung, tumor, kram, dan reaksi alergi. Percobaan di laboratorium juga memperlihatkan bahwa jahe menghambat oksidasi sehingga dapat mengurangi risiko penyakit kanker dan menghambat pertumbuhan kuman.

Jahe juga bermanfaat untuk memperlancar sirkulasi darah. Jahe mempunyai khasiat anti-pembekuan darah yang lebih hebat daripada

10 Penghasil Jahe Terbesar di Dunia			
No	Negara	Jumlah (Ton)	%
1	India	420.000	> 30
2	Cina	285.000	~ 20,5
3	Indonesia	177.000	~ 12,7
4	Nepal	158.905	~ 11,5
5	Nigeria	138.000	~ 10
6	Bangladesh	57.000	~ 4,1
7	Jepang	42.000	~ 3
8	Thailand	34.000	~ 2,5
9	Filipina	28.000	~ 2
10	Sri Lanka	8.270	~ 0,6
	Dunia	1.387.445	

bawang putih atau bawang merah. Jahe mampu menurunkan kadar kolesterol karena bisa mengurangi penyerapan kolesterol dalam darah dan hati. Jahe dapat menurunkan tekanan darah dengan jalan mengurangi laju aliran darah perifer.

Minuman yang terbuat dari jahe segar dapat menurunkan sekresi asam lambung selama beberapa jam. Kemudian meningkat kembali setelah beberapa lama. Akar jahe kering juga akan memperkuat lambung, usus halus, dan mencegah muntah. Ekstrak aseton dan metanol yang berasal dari jahe mempunyai efek yang kuat untuk menghambat terjadinya luka pada lambung.

Gingerol mampu mengatasi efek keracunan pada hati dengan jalan meningkatkan asam empedu. Minyak jahe dapat mencegah kanker kulit pada tikus. Kajian di Pusat Medis University of Michigan memperlihatkan bahwa gingerol dapat membunuh sel-sel kanker ovarium.

Pusat riset ruang angkasa Amerika NASA pernah meneliti khasiat jahe untuk mengatasi mabuk para awaknya.

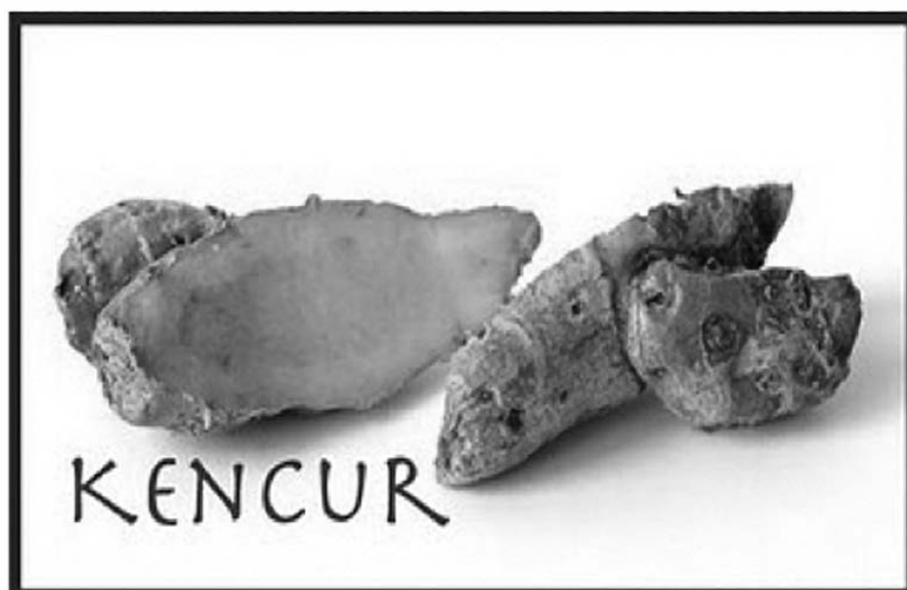
Terkait dengan produksi jahe dunia, pada 2008 lalu, FAO melaporkan 10 negara penghasil jahe terbesar. Indonesia merupakan negara penghasil jahe terbesar ketiga.

Gambar 7 Kencur
sumber: herbalisnusantara.com

Kencur

Penelitian tentang jahe dapat dilanjutkan pada tanaman serumpun, seperti kencur, kunyit, laos, temu lawak, dan temu ireng. Tanaman-tanaman yang mempunyai kemiripan bentuk ini perlu diidentifikasi keistimewaannya masing-masing.

Kencur dengan nama Latin *Kaempferia galanga L* juga sudah lama dikenal dan ditanam di Indonesia. Seperti jahe, asal-usul tanaman ini juga tidak pasti, tetapi diduga dari kawasan Asia tropika, tepatnya India, kemudian menyebar ke Asia Tenggara dan Cina. Kapan kencur dibawa masuk ke Indonesia juga tidak jelas. Di Indonesia penanaman kencur masih terpusat di Jawa, khususnya Jawa Tengah dan Jawa Timur.

Susunan tubuh tanaman kencur terdiri dari tiga bagian utama, yaitu akar dan rimpang, batang dan daun, serta bunga dan buah. Kencur merupakan tanaman dengan akar tinggal yang bercabang halus dan menempel pada umbi akar yang disebut rimpang. Rimpang kencur sebagian terletak di atas tanah, berbentuk

Gambar 8 Kencur
sumber: winshope.co.cc

bulat, bagian tengah berwarna putih dan pinggirnya cokelat kekuningan, dan berbau harum.

Batang kencur adalah batang semu yang sangat pendek, tersusun dari pelepah-pelepah daun yang saling menutupi. Daun kencur tumbuh tunggal, melebar, dan mendatar hampir rata dengan tanah. Jumlah daun bervariasi antara 8-10 helai dan tumbuh berlawanan satu sama lain. Bentuk daun elips melebar sampai bundar dengan panjang 7-12 cm dan lebar 3-6 cm, serta berdaging agak tebal.

Berdasarkan tipe daun, kencur dikelompokkan menjadi dua, yaitu kencur berdaun lebar dan kencur berdaun sempit. Kencur jenis *pertama* berdaun lebar, juga hampir bundar, dan tangkai relatif pendek. Sebaliknya, jenis *kedua* daun memanjang, ramping menyempit, dan tangkai relatif panjang.

Bunga kencur berbentuk buliran setengah keluar dari ujung tanaman di sela-sela daun, berwarna putih, ungu, hingga lembayung dan setiap tangkai bunga mempunyai 4-12 kuntum bunga. Buah kencur termasuk buah kotak beruang tiga dengan bakal buah yang tenggelam dan sulit menghasilkan biji.

Rimpang kencur mempunyai dua manfaat utama, yaitu sebagai makanan dan obat-obatan. Sebagai makanan, rimpang kencur dimanfaatkan sebagai:

1. penyedap masakan, seperti pecel dan gado-gado;
2. campuran untuk memberi aroma pada nasi;
3. campuran dalam industri kembang gula;
4. daun mudanya dapat dijadikan lalapan mentah atau urap.

Sebagai obat-obatan, rimpang kencur sangat manjur untuk mengatasi batuk, encok, masuk angin, sakit perut, muntah-muntah, mulas, radang lambung, tetanus, obat gosok pegal, dan keracunan jamur. Ramuan jamu tradisional yang sudah sangat dikenal adalah beras kencur.

Kunyit

Gambar 9 Tanaman Kunyit
sumber: turmeric.co.in

Kunyit mempunyai nama Latin *Curcuma domestica* dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari di Indonesia. Kunyit digunakan sebagai bumbu masak, terutama kari, pewarna makanan, minuman, tekstil, dan kosmetik. Penggunaan tanaman ini biasanya berupa bubuk atau tepung. Bahan racikan bumbu kari terbuat dari umbi kunyit yang telah dikeringkan. Irisan umbi dikeringkan, lalu digiling dan dijadikan tepung.

Di Amerika Serikat dan Inggris, tepung kunyit digunakan secara langsung sebagai pewarna makanan dan bahan baku pembuatan oleoresin. Sedangkan di India, tepung kunyit merupakan salah satu bahan dasar bumbu kari.

Belakangan ini diketahui bahwa kunyit juga dapat digunakan untuk mengatasi atau memperlambat datangnya penyakit alzheimer, yakni sejenis penyakit pikun yang biasanya terjadi pada orang berusia lanjut. Secara alamiah, pikun dapat terjadi pada setiap orang akibat kondisi fisik otak menurun.

Gambar 10 Kunyit
sumber: mediatv.web.id

Pada 2003, Tze-Pin Ng dari National University of Singapore menemukan bahwa manula ber-

usia 60 sampai 93 tahun yang rajin mengonsumsi bumbu kari dari kunyit memiliki daya ingat yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang jarang atau tidak pernah sama sekali mengonsumsinya. Jurnal epidemiologi yang terbit di Amerika Serikat (November, 2006) menyatakan bahwa bumbu kari sangat berpotensi mencegah alzheimer. Hasil penelitian ini menunjukkan hubungan antara konsumsi kari dengan kemampuan kognitif otak.

Kurkumin pada kunyit memiliki fungsi yang sangat penting dalam mengobati berbagai jenis penyakit karena senyawa tersebut dapat berfungsi sebagai antitumor promoter, antioksidan, antimikroba, anti-radang, dan antivirus. Selain itu, kurkumin pada kunyit juga berperan dalam meningkatkan sistem imunitas tubuh. Selain berkhasiat dalam pengobatan, rimpang kunyit juga banyak digunakan untuk bahan pewarna, bahan campuran kosmetika, bakterisida, fungisida, dan stimulan.

Temu lawak

Salah satu keluarga jahe adalah temu lawak yang mempunyai nama Latin *Curcuma xanthorrhiza Roxb*. Di Jawa, temu lawak dijadikan minuman setelah dicampur dengan gula dan kunyit. Para orangtua di Jawa biasanya memberikan ramuan ini kepada anak-anak yang susah makan, disinyalir ramuan ini dapat meningkatkan nafsu makan.

Mereka juga percaya temu lawak dapat berfungsi sebagai jamu untuk memperlambat proses penuaan, menghilangkan flek hitam di wajah, serta menjaga kelenturan tubuh. Sehabis melahirkan, perempuan disarankan meminumnya.

Temu lawak merupakan tumbuhan asli Indonesia, tetapi penyebarannya hanya terbatas di Jawa, Maluku, dan Kalimantan. Mereka merupakan tumbuhan semak tak berbatang. Pangkalnya memunculkan tangkai daun yang panjang, berdiri tegak. Tinggi tanaman antara 2-2,5 m. Daunnya bundar panjang, mirip daun pisang. Pelepah daunnya saling menutupi dan membentuk batang.

Gambar 11
sumber: unibio-center.blogspot.com

Tumbuhan yang patinya mudah dicerna ini dapat tumbuh baik di dataran rendah hingga ketinggian 750 m di atas permukaan laut. Dapat dipanen setelah berusia 8-12 bulan, daunnya telah menguning dan kelihatan hampir mati.

Umbi akan muncul dari pangkal batang, warnanya kuning tua atau cokelat muda, panjangnya sampai 15 cm, dan bergaris tengah 6 cm. Baunya harum dan rasanya pahit, agak pedas.

Secara klinis, khasiat tumbuhan asli Indonesia ini bisa dipertanggungjawabkan. Temu lawak memiliki kandungan minyak asiri yang memang membangkitkan selera makan, membersihkan perut, dan memperlancar ASI.

Gambar 12 Temu lawak
sumber: rempahunik.wordpress.com

Ekstrak temu lawak sangat manjur untuk pengobatan penyakit hati, juga dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah dan sel hati. Semua khasiat itu

Gambar 13 Keripik Temu lawak
sumber: tegal.olx.co.id

didapat berkat kandungan kurkumin, yakni zat yang berguna untuk menjaga dan menyehatkan hati atau lever (hepatoprotektor). Komposisi kimia dari rimpang temu lawak adalah protein pati sebesar 29-30 persen, kurkumin 1-2 persen, dan minyak asiri antara 6-10 persen.

Penggunaan temu lawak pada prinsipnya sama dengan kunyit maupun kencur, yaitu diparut dan diambil airnya. Untuk gangguan ginjal, satu rimpang temu lawak, ditambah segenggam daun kumis kucing dan segenggam daun meniran dicampur dengan empat gelas air, direbus sampai tinggal setengahnya. Diminum tiga kali sehari. Untuk menambah nafsu makan bisa dicampur juga dengan rimpang lengkuas. Sedangkan untuk memperbaiki rasa, bisa ditambah gula aren, asem, atau jeruk nipis sesuai selera.[]

Kuantum

Gelombang Longitudinal dan Transversal

Katakanlah (Muhammad), "Bagaimana pendapatmu, jika Allah menjadikan untukmu malam itu terus-menerus sampai Hari Kiamat. Siapakah tuhan selain Allah yang akan mendatangkan sinar terang kepadamu? Maka, apakah kamu tidak mendengar?"

Katakanlah (Muhammad), "Bagaimana pendapatmu, jika Allah menjadikan untukmu siang itu terus-menerus sampai Hari Kiamat. Siapakah tuhan selain Allah yang akan mendatangkan malam kepadamu sebagai waktu istirahatmu? Apakah kamu tidak memperhatikan?" (QS Al-Qashash [28]: 71-72)

S*armadan* سرمدا berarti yang kekal selamanya. Siang dan malam yang silih berganti. Tidak cuma siang, tetapi juga malam yang tidak mungkin selamanya mengingat ruang, waktu, dan bintang-bintang terbatas. Kita tidak akan membahas ulang masalah tersebut pada bab ini. Pada bagian ini, kita akan mendiskusikan pertanyaan terakhir pada dua ayat tadi.

Apakah kamu tidak mendengar? أَفَلَا تَسْمَعُونَ

Dan,

Apakah kamu tidak memperhatikan? اَفَلَا تُبۡصِرُوۡنَ

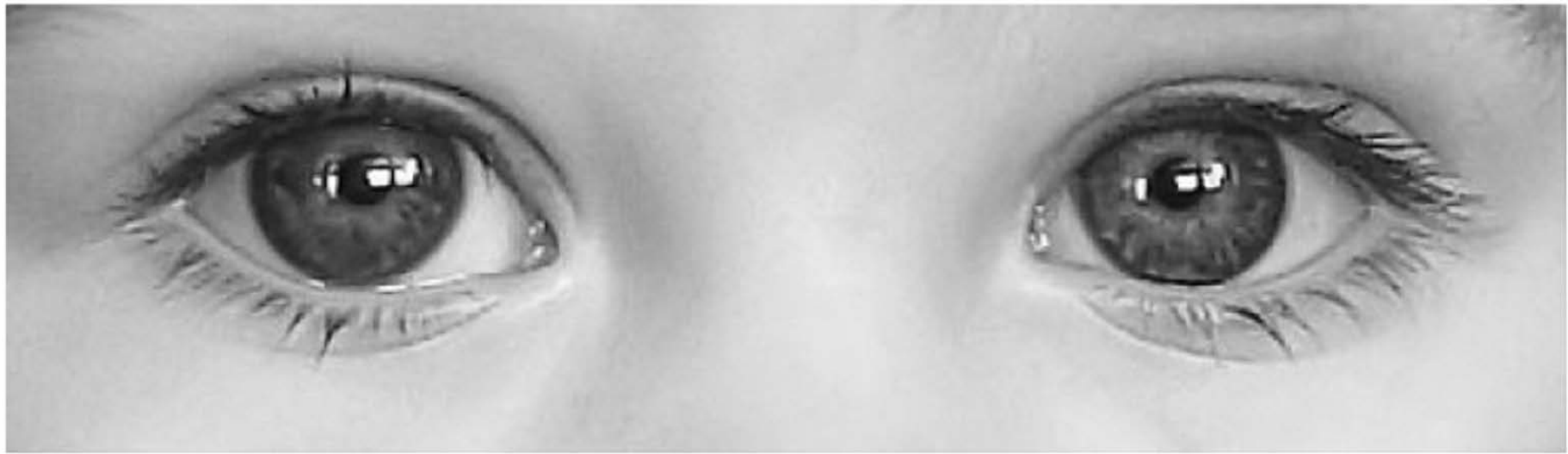
Keduanya adalah ayat yang menarik. *Pertama*, redaksi awal قُلۡ اَرَءَيۡتُمۡ اِنۡ جَعَلَ اللّٰهُ عَلَيۡكُمُ اِلٰى يَوۡمِ الۡقِيٰمَةِ مَنۡ اِلٰـهٌ غَيۡرُ اللّٰهِ يَاۡتِيۡكُمۡ dan pertengahan ayat sama. *Kedua*, dua ayat ini berurutan sehingga dapat diperhatikan secara bersamaan dan dengan cepat dapat ditangkap pola pesannya. Kita dapatkan pertanyaan *afalâ tasma'ûn* terkait dengan waktu malam, sedangkan *afalâ tubshirûn* terkait dengan siang hari.

Manusia diberi tiga peranti utama untuk mengetahui sesuatu yang semula tidak diketahuinya sebagaimana disebutkan pada ayat berikut.

Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur. (QS Al-Na<u>h</u>l [16]: 78)

وَاللّٰهُ اَخۡرَجَكُمۡ مِّنۡۢ بُطُوۡنِ اُمَّهٰتِكُمۡ لَا تَعۡلَمُوۡنَ شَيۡـــًٔاۙ وَّجَعَلَ لَـكُمُ السَّمۡعَ وَالۡاَبۡصٰرَ وَالۡاَفۡـِٕدَةَ‌ ۙ لَعَلَّكُمۡ تَشۡكُرُوۡنَ ﴿۷۸﴾

Ketiga peranti tersebut adalah *al-sam'a* السمع (pendengaran), *al-abshara* الأبصر (penglihatan), dan *al-af'idah* الأفئدة (hati). Pemilihan ketiga kata ini juga patut diperhatikan. *Pertama*, tidak digunakan *udzunun* أذن kuping, telinga untuk pendengaran, *'ainun* عين mata untuk penglihatan, ataupun *qalbun* قلب untuk hati. *Kedua*, *al-sam'u* adalah *isim* tunggal, sedangkan *al-absharu* dan *al-af'idah* adalah jamak taksir dari *al-basharu* البصر dan *al-fu'âdu* الفؤاد.

Gambar 1 Telinga
sumber: drawingcoach.com

Gambar 2 Mata
sumber: zen-moments.com

Surah Al-Qashash (28): 71-72 tadi menyiratkan bahwa mengenali sesuatu pada malam hari dengan pendengaran, sedangkan siang hari dengan penglihatan. Peranti utama pendengaran adalah telinga, sedangkan alat penglihatan adalah mata. Apa dan bagaimana mendengar dan atau melihat itu? Mendengar terkait dengan bunyi atau suara. Bagaimana suara dapat sampai pada pendengaran seseorang? Apa itu bunyi? Apa itu suara? Mengapa melihat dikaitkan dengan siang hari? Mengapa pada malam hari atau ketika gelap orang tidak dapat melihat?

Gambar 3 Merenung
sumber: find-happiness.com

Bayangkan, suatu malam langit berawan tanpa rembulan dan bintang-bintang. Listrik padam dan semua peranti elektronik dalam rumah ikut mati, suara orang mengaji dari pengeras suara di masjid sebelah pun terhenti. Mendadak gelap, tiba-tiba sunyi. Kita tidak dapat melihat sekeliling kita. Gelap, gelap, dan gelap. Mata tidak dapat melihat apa pun, kecuali kegelapan. Telinga tidak mendengar suara apa pun, kecuali kesenyapan. Pada saat itu, hanya hati yang dapat menem-

bus kegelapan dan bergerak leluasa menembus masa lalu dan masa depan.

Kemudian terdengar suara jangkrik. *Rik, rik, rik.* Telinga memberi tahu bahwa ada jangkrik, setelah mendengar suaranya. Pengetahuan semakin pasti ketika, misalkan, lampu menyala dan kita dapat melihat jangkrik sedang mengembangkan sayap-sayapnya sehingga keluar bunyi mengerik.

Bunyi berasal dari getaran sayap jangkrik. Jangkrik yang berdiam diri tidak menghasilkan bunyi. Sebagaimana manusia, ketika bergerak, jangkrik mengeluarkan tenaga. Tenaga inilah yang menyebabkan bunyi kerik. Bagaimana suara jangkrik dapat sampai ke telinga kita? Dengan kata lain, bagaimana energi merambat?

Mari, mengingat-ingat fenomena yang sering kita jumpai. Permukaan air yang tenang berubah mengombak ketika sebutir kerikil jatuh padanya. Lingkaran ombak terus membesar, sementara air tidak ikut bergerak ke arah ombak, yakni arah radial dengan titik tempat kerikil jatuh sebagai pusat lingkaran. Sumber energinya adalah kerikil. Energi potensial berupa energi kerikil karena ketinggian diubah menjadi energi gerak kerikil yang disebut energi kinetik. Energi ini kemudian ditransfer dan merambat melalui medium air.

Sekarang kerikil diikat benang, lalu dicelupkan ke dalam air yang tenang. Kerikil diangkat naik-turun. Akan timbul permukaan dalam bentuk lingkaran yang terus membesar. Kerikil terikat benang dapat diganti dengan ujung daun seperti Gambar 4. Peristiwa naik-turunnya permukaan air dan bentuk gelembung yang terus bergerak menjauh dari sumber juga dapat terjadi pada seutas tali panjang yang salah satu ujungnya diikat dan ujung lainnya digerakkan naik-turun.

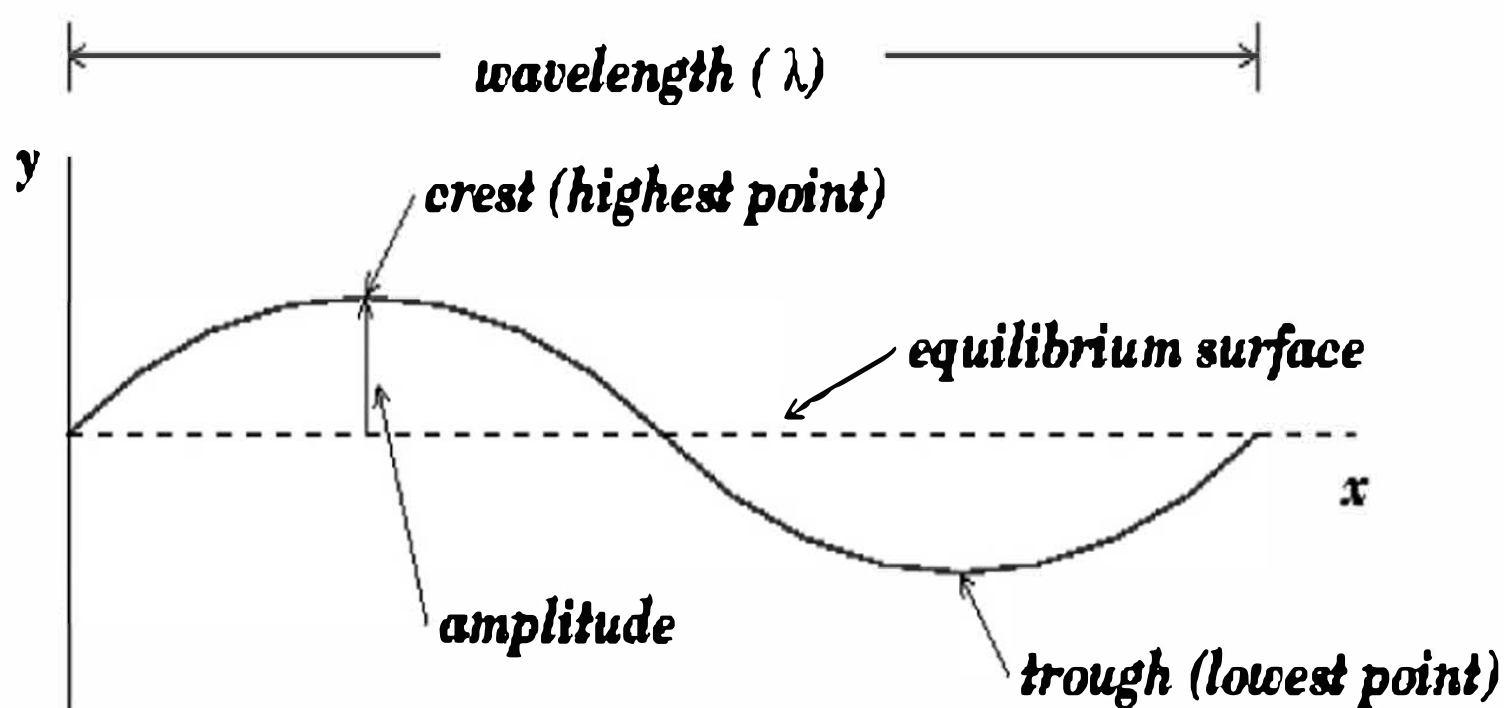
Energi yang berasal dari tangan tidak hilang, tetapi bergerak merambat ke kanan sepanjang tali. Energi mengubah bentuk tali yang mendatar menjadi melengkung. Lengkungan inilah yang bergerak mendatar, tali sendiri bergerak naik dan turun akibat gangguan, tetapi tidak mendatar. Energi yang merambat ini disebut gelombang. Pada

Gambar 4 Gelombang Air
sumber: desktop.wallpaper123.us

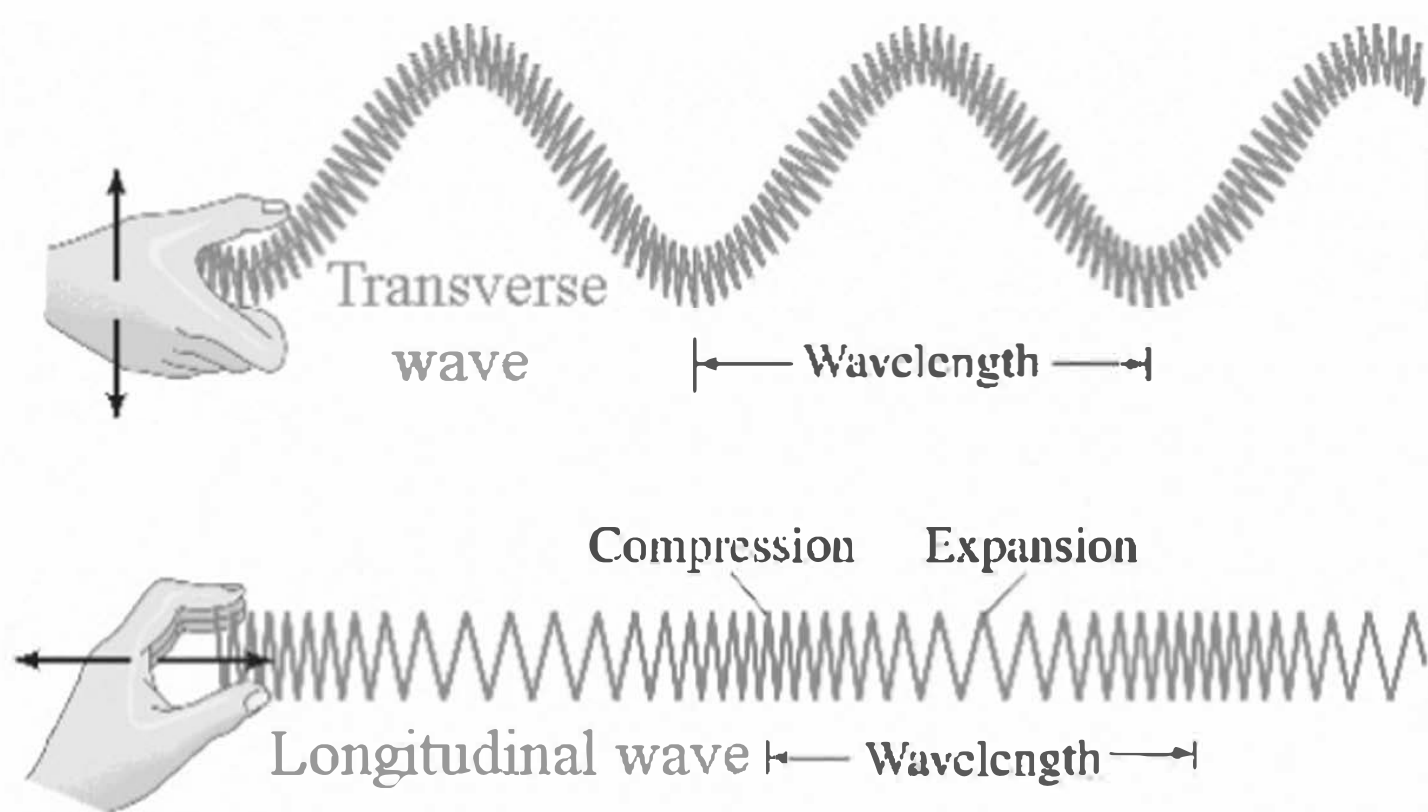
fenomena tali tadi, gelombang dikatakan merambat ke kanan, dari ujung tangan ke ujung tali terikat.

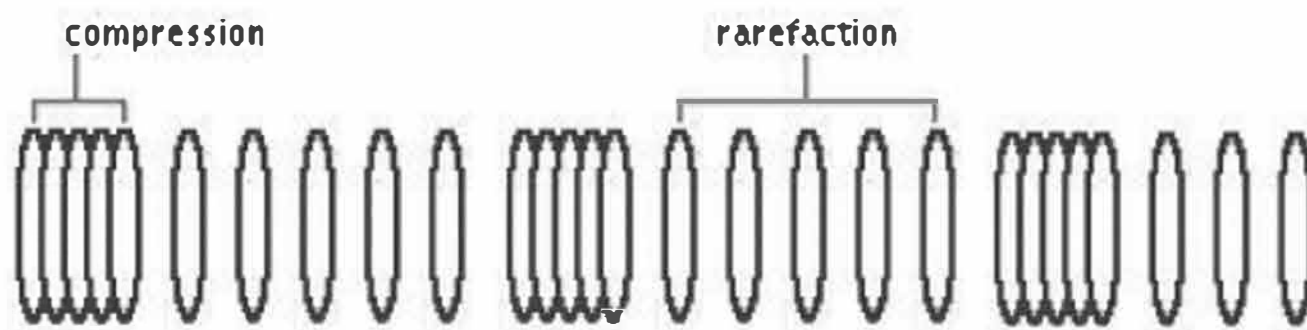
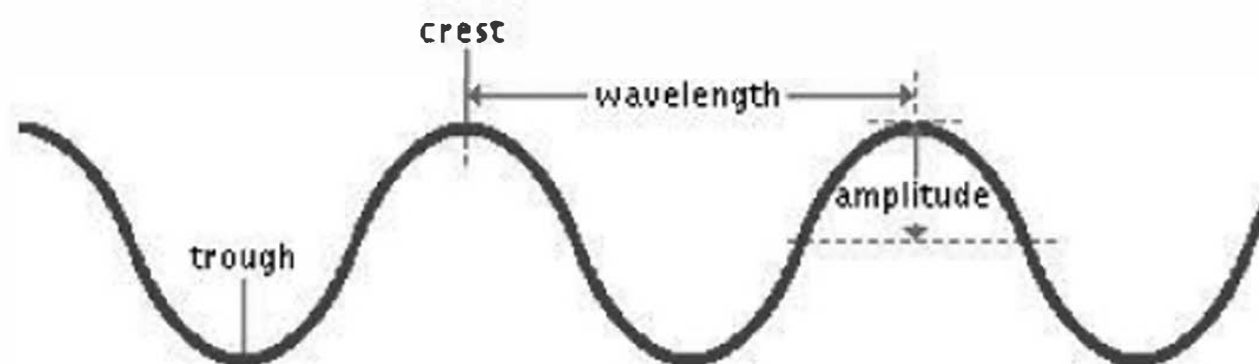
Gelombang dapat dimengerti secara lebih mudah melalui kasus gelombang tali. Panjang gelombang adalah jarak antara dua titik yang identik atau istilah teknisnya sefasa. Amplitudo adalah simpangan maksimum dari posisi setimbang tali.

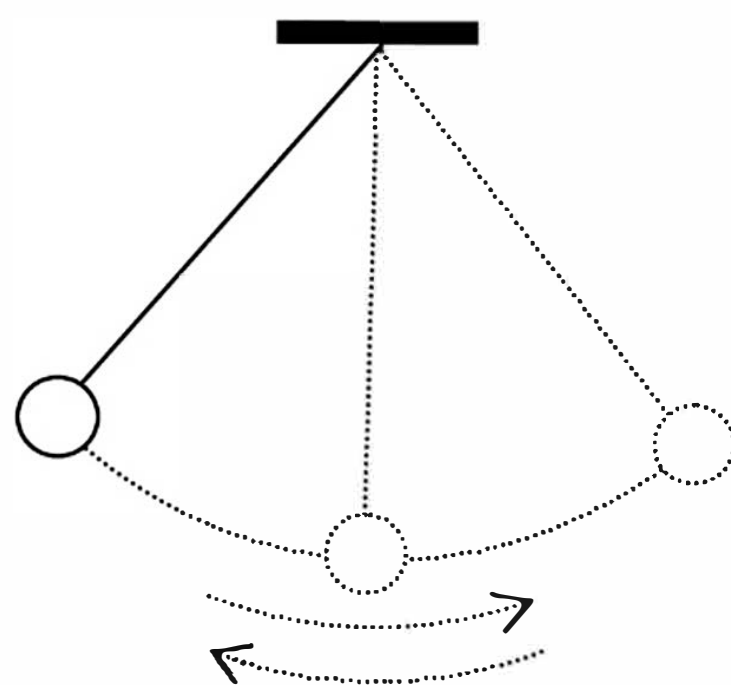
Gambar 5
Tali digerakkan (a) ke atas, lalu ke bawah satu kali; (b) ke atas ke bawah berkali-kali
sumber: tutorvista.com

Kembali pada masalah awal, mendengar dikaitkan dengan waktu malam dan melihat dengan waktu siang. Proses ini dinyatakan secara berurutan. Mungkinkah ada persamaan substansi, meski bentuk berbeda? Jika substansi

Gambar 6 Satu Gelombang
sumber: physics.upenn.edu

sama, yaitu energi yang merambat atau gelombang, lalu mengapa dibedakan? Apa perbedaan antara gelombang yang sampai pada telinga dan mata?

Untuk melihat kemungkinan perbedaan jenis gelombang siang dan malam, kita lihat dua pegas identik. Ujung kiri pegas *pertama* digerakkan naik-turun dan menghasilkan gelombang yang disebut gelombang transversal karena arah gangguan naik-turun tegak lurus arah rambat gelombang ke kanan. Ujung kiri pegas *kedua* digerakkan kiri-kanan atau ditarik dan didorong sehingga arah gangguan yang berupa renggangan dan rapatan searah dengan arah rambatan gelombang. Gelombang kedua ini dikenal sebagai gelombang longitudinal.

Gambar 7 Dua Pegas Digerakkan Berlainan
sumber: etorgerson.wordpress.com

Padanan kedua gelombang tadi tampak pada Gambar 8. Amplitudo positif gelombang transversal identik dengan kerapatan maksimum gelombang longitudinal, sedangkan amplitudo negatif identik dengan kerapatan paling kecil.

Gambar 8 Kesetaraan Dua Gelombang
sumber: scienceprep.org

Apakah gelombang malam hari, yakni gelombang bunyi, termasuk kategori gelombang transversal atau gelombang longitudinal? Untuk menjawab pertanyaan ini, kita lihat sesuatu yang terdapat antara jangkrik, pengeras suara, dan telinga. Yang ada hanya udara sehingga udara dapat dipandang sebagai medium gelombang bunyi. Sulit membayangkan dan menjelaskan molekul-molekul medium udara bergerak naik-turun tegak lurus arah gelombang mengingat energi penyebab gangguan tidak mengikat molekul-molekul tersebut. Pada pendulum bola bergerak bolak-balik karena ditahan oleh tali yang mengikatnya.

Gambar 9 Pendulum

Membran pengeras suara bergerak maju-mundur sehingga lebih memungkinkan udara mengalami peregangan dan pemampatan seperti ujung pegas yang digerak-gerakkan sepanjang pegas. Artinya, udara lebih mungkin merambatkan gelombang longitudinal.

Gambar 10 Sumber Bunyi
sumber: pulson.ca

Pola gelombang longitudinal lebih mungkin diterima oleh selaput telinga. Gelombang bunyi tiba di selaput telinga dalam arah tegak lurus. Getaran yang mungkin terjadi adalah getaran tegak lurus pada permukaan yang berarti searah dengan arah rambat gelombang. Oleh karena itu, gelombang bunyi lebih mungkin merupakan gelombang longitudinal daripada gelombang transversal.

Karena gelombang malam dan siang dibedakan, jika gelombang yang sampai di telinga adalah gelombang longitudinal, gelombang yang sampai di mata adalah gelombang transversal, gelombang yang berhubungan dengan terang-gelap. Gelombang yang sampai di mata juga akan sampai dengan tegak lurus pada permukaan bola mata. Bagaimana mungkin bola mata sejajar dengan permukaan bola mata? Apa medium gelombangnya?

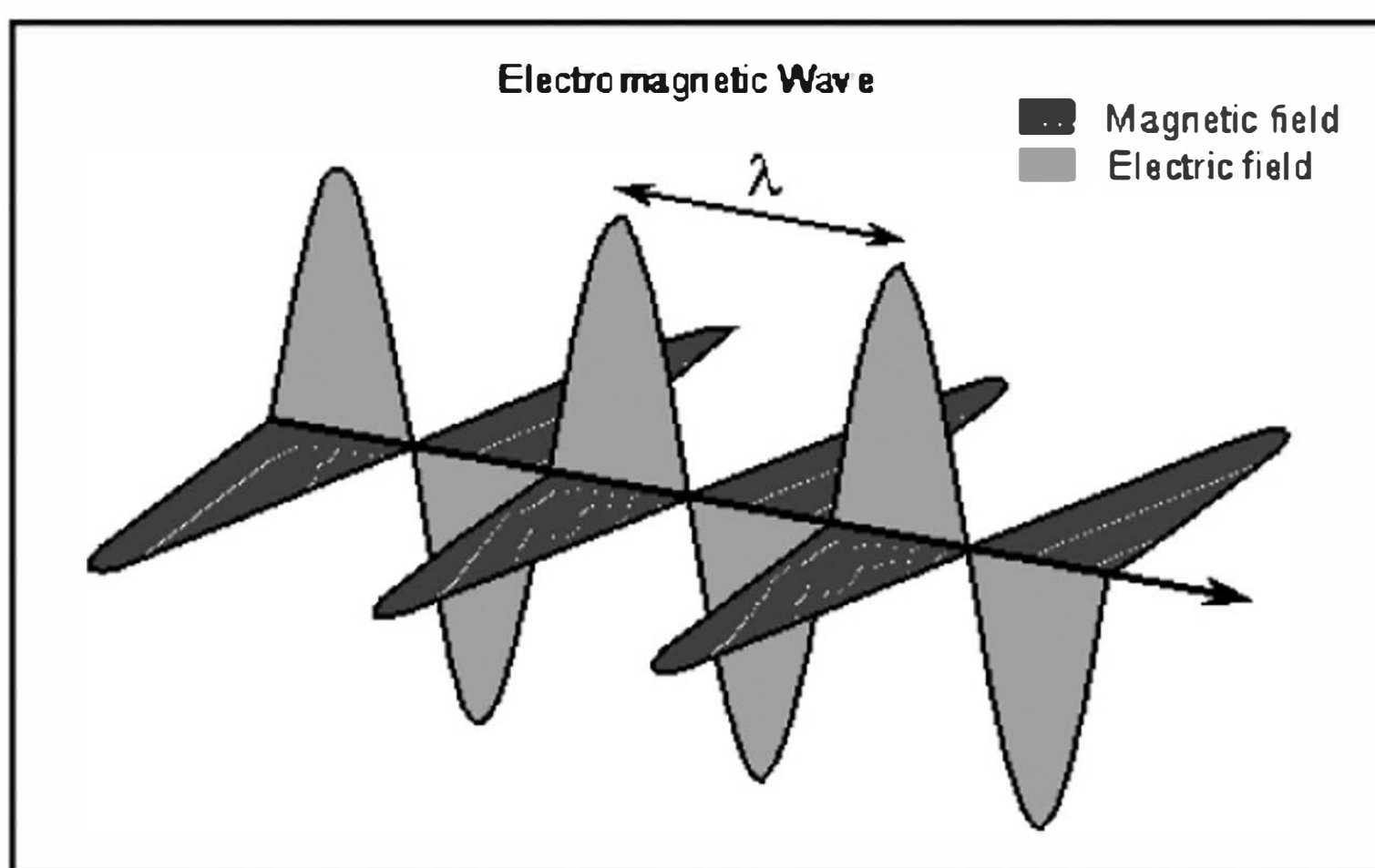
Gambar 11 Gelombang Sampai di Telinga
sumber: ihrto.cam

Mata dapat melihat objek yang sangat jauh, misal, bintang-bintang. Semakin jauh dari permukaan Bumi, kerapatan udara semakin kecil. Tempat yang sangat jauh, yakni luar angkasa, bisa terlihat sangat kecil dan dapat dianggap nol atau dianggap

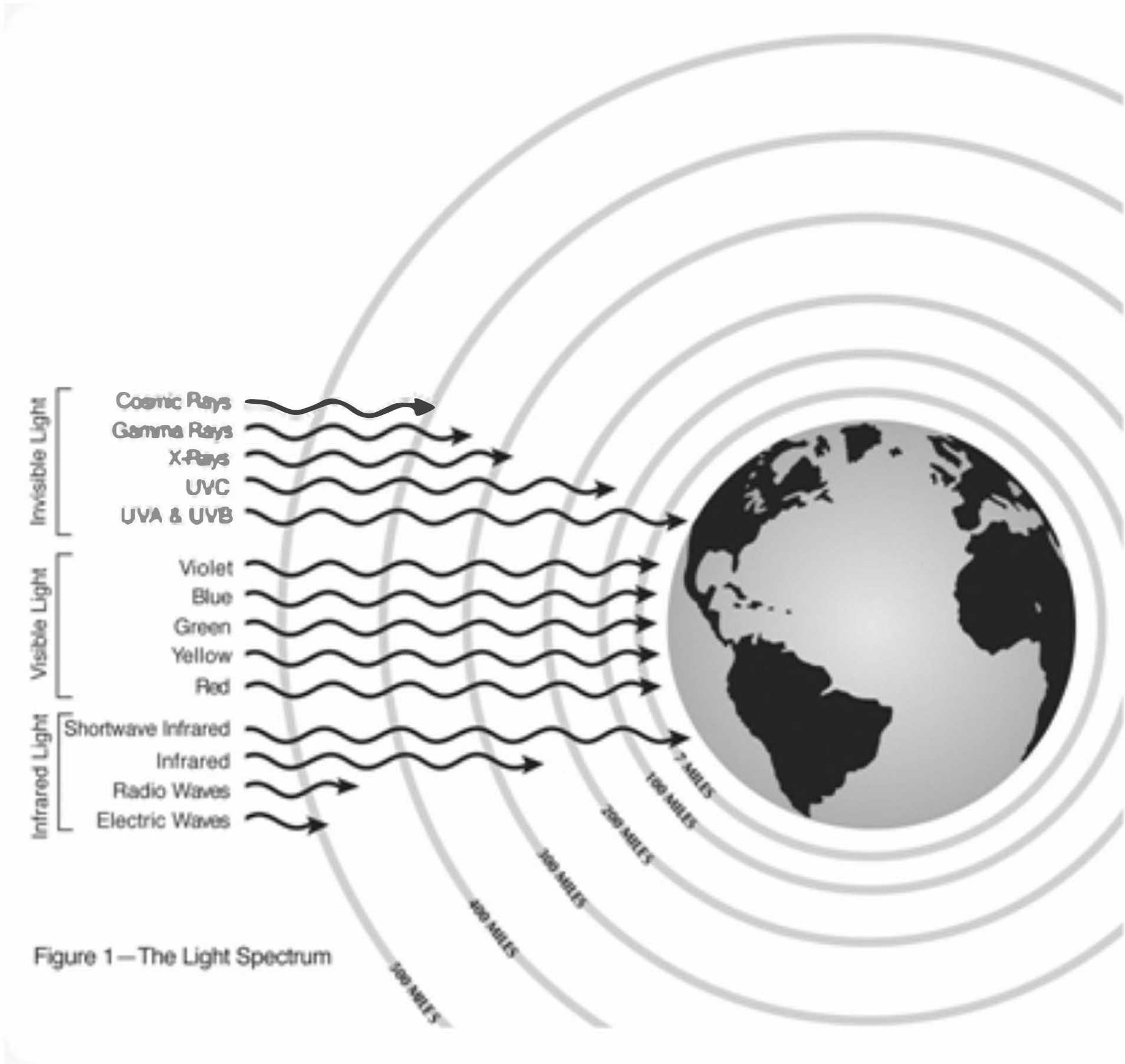
sebagai ruang kosong. Artinya, gelombang transversal adalah gelombang yang tidak harus merambat dalam medium udara. Selain karena alasan terdahulu—partikel udara tidak bergerak tegak lurus ke arah gelombang—di tempat tertentu di mana ruang tanpa udara, gelombang tetap dapat merambat.

Memang, gelombang siang yang terang benderang merupakan gelombang elektromagnetik. Gelombang ini merupakan gelombang transversal dan dapat merambat di ruang hampa udara dengan kecepatan rambat 300.000.000 meter per detik. Kecepatan cahaya merupakan kecepatan tertinggi objek di alam semesta, tidak ada objek yang bergerak lebih cepat daripada cahaya.

Jarak antara Matahari-Bumi adalah sekitar 149,5 juta kilometer. Cahaya perlu waktu sekitar 8 menit untuk sampai di Bumi. Bintang yang paling dekat dengan Bumi adalah bintang Alpha Centauri yang jaraknya kurang lebih 4 tahun cahaya. Artinya, jarak bintang Alpha Centauri dengan Bumi, secara kasar adalah 4x365,25x24x60x60x300.000 km = 12.623.040.000.000 km.

Gelombang cahaya inilah yang menyebabkan siang hari tampak terang dan benda-benda dapat terlihat karena cahaya dipantulkan

Gambar 12 Gelombang Elektromagnetik
sumber: nrao.edu

oleh suatu benda ke mata kita. Bila gelombang cahaya yang menerangi siang adalah gelombang elektromagnetik yang transversal, gelombang yang sampai ke telinga adalah gelombang bunyi yang longitudinal dengan medium udara dan berkecepatan sekitar 340 m/detik. Kenyataan ini pula yang menyebabkan kita melihat kilat lebih dahulu sebelum mendengar suara guntur. Kecepatan cahaya lebih besar daripada kecepatan bunyi.

Dalam gelap, telinga masih bisa menangkap suara karena gelombang longitudinal bunyi bermedium rambatan udara. Benda-benda akan terlihat lebih jelas pada siang hari karena pada siang hari terdapat gelombang cahaya, gelombang transversal elektromagnetik dari Matahari.

Gambar 13 Gelombang Elektromagnetik ke Bumi
sumber: miamisuntanning.com

Materi dan Ruang Dalam

Dan orang-orang kafir berkata, "Hari Kiamat itu tidak akan datang kepada kami." Katakanlah, "Pasti datang, demi Tuhanku yang mengetahui yang gaib, Kiamat itu pasti akan datang kepadamu. Tidak ada yang tersembunyi bagi-Nya sekalipun seberat zarrah[1], *baik yang di langit maupun yang di bumi, yang lebih kecil dari itu atau yang lebih besar, semuanya (tertulis) dalam kitab yang jelas (*Lau<u>h</u> Ma<u>h</u>fûzh*)."* (QS Saba' [34]: 3)

S*â'i'un J sâ'atun* سائع ج ساعة (yang rusak, binasa); *al-sâ'atu* الساعة (sekarang). *Ghaibun J ghiyâbun-ghuyûbun* غيب ج غياب – غيوب (gaib, tidak hadir, tidak kelihatan). *'Azaba-ya'zubu-'uzabatan-'uzûbatan* عزب – يعزب – عزبة – عزوبة (membujang, jauh, samar). *Mitsqâlun* مثقال (batu timbangan, berat timbangan); *dzarratun-dzarrun* ذرة – ذر (semut kecil, biji sawi, debu halus, atom).

Ayat ini sungguh sangat menarik. Ia ditampilkan dengan alur dialog teatrikal yang dramatik. Kalimat diawali dengan penyangkalan orang-orang kafir atas datangnya *al-sâ'ah* (satu waktu saat kehancuran dan semua binasa). Rasulullah Saw. pun menegaskan bahwa saat kehancuran pasti datang. Penjelasan untuk meneguhkan kepastian saat

1 *Zarrah* adalah jenis semut terkecil. Orang Arab mengungkapkan sesuatu yang paling kecil dengan sebutan zarrah.

kehancuran dikaitkan dengan kegaiban dan objek kecil yang ada di langit dan Bumi.

Al-Quran menyiratkan adanya kaitan antara kehancuran, kegaiban, dan objek kecil. Lalu, bagaimana kaitannya? Untuk menjawab pertanyaan ini, kita lihat sejarah pemahaman manusia tentang objek kecil dan terkecil. Objek kecil telah menjadi bagian dari masalah yang mengisi peradaban-peradaban besar yang pernah ada, baik Yunani, Cina, maupun India.

Bila melihat ke belakang, tepatnya pada zaman Democritus dan gurunya, Leucippus, ayat ini seolah mau membantah pendapat dan pandangan mereka yang menyatakan bahwa atom-atom tidak diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Bayangkan, jika atom-atom tidak dapat dimusnahkan berarti materi akan terus ada selamanya. Memang sulit membayangkan kehancuran total, dalam arti materi hilang sama sekali. Materi musnah dan hilang dalam arti sebenarnya, bukan sekadar hancur menjadi amat sangat halus sehingga tidak dapat dilihat mata dan karenanya tampak hilang.

Albert Einstein, ahli fisika terbesar abad ke-20, sempat percaya bahwa materi dan alam semesta yang terbangun akan terus ada selamanya. Alam semesta tetap, jagat raya statis, hanya bagian-bagian kecil yang mengalami perubahan.

Biji tumbuh menjadi pohon, berbuah lebat, sampai akhirnya tumbang diterpa angin besar. Dataran tinggi digali, diambil batu, pasir, dan tanahnya untuk mendirikan bangunan megah di kota. Bayi mungil lahir dan tumbuh menjadi anak-anak yang lucu, berkembang menjadi remaja kreatif, kemudian menjelma menjadi orang dewasa yang bijak dan meninggal pada masa tua. Alam semesta tetap, hanya bagian-bagian kecilnya yang berubah.

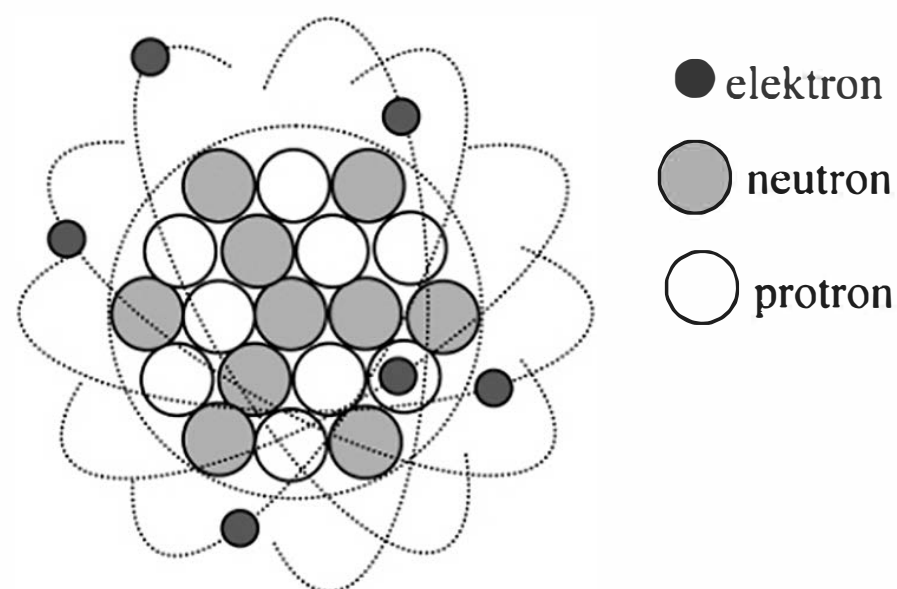
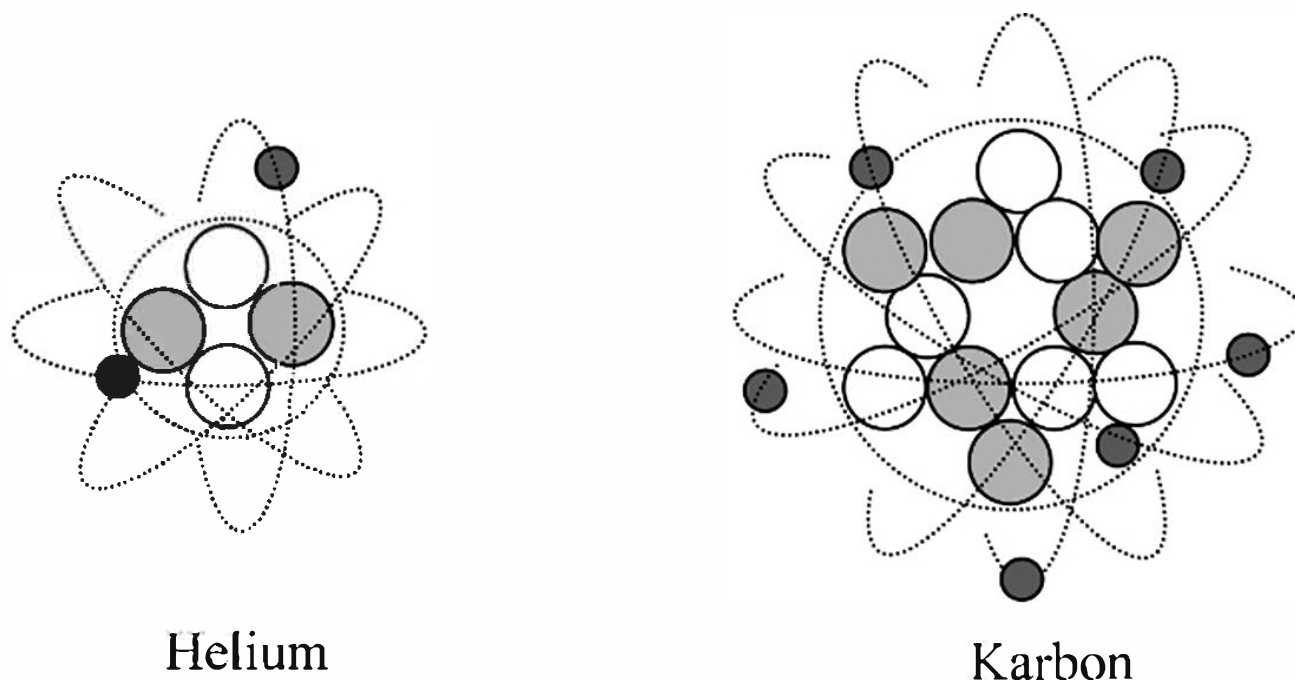
Demikianlah pandangan mayoritas masyarakat sampai abad ke-20. Jagat raya diam, statis, dan abadi. Namun, sebagai orang beragama, kita meyakini bahwa alam tidak abadi. Alam berawal pada waktu tertentu di masa lalu dan akan berakhir pada suatu waktu tertentu di masa depan. Teori tersebut salah, tidak sesuai dengan keyakinan kita. Masalahnya,

Gambar 1 Atom

kita diam dalam sikap mendua, menerima dua gagasan yang bertentangan secara prinsip.

Kita percaya bahwa Allah adalah Pencipta segala sesuatu, tetapi pada saat yang sama, kita menerima konsep materi dan alam yang tidak tercipta dan abadi. Kita percaya Hari Akhir sebagai saat kehancuran segala sesuatu, tetapi juga menerima konsep alam materi yang kekal, tidak pernah musnah. Apa arti iman kepada Allah Sang Khalik dan iman kepada Hari Akhir, jika atas nama nalar ilmiah, keduanya juga kita tolak?

Jika menolak teori kekekalan materi atas dasar iman, apa teori alternatifnya? Jawabnya, secara prinsip sangat sederhana. Materi dapat diciptakan dan dapat dimusnahkan. Akan tetapi, bagaimana kita merumuskan gagasan tersebut jika secara fenomenologis tidak ada yang mendukung? Fenomena yang ada, materi hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Tidak ada fenomena yang menuntun untuk menyatakan bahwa materi dapat dimusnahkan.

Di sinilah wahyu hadir dan berperan memberi tuntunan kepada manusia. Penciptaan materi dari sudut pandang eksistensi manusia dapat dipandang sebagai perkara gaib karena alam semesta material diciptakan dari ketiadaan yang absolut. Tidak ada materi, tidak ada

Gambar 2 Atom Helium dan Karbon

ruang, dan tidak ada waktu. Materi, ruang, dan waktu adalah makhluk, ciptaan. Ketiadaan absolut adalah hal gaib bagi manusia karena berada "di luar" ruang dan waktu, sementara manusia dan pikirannya berada dalam ruang dan waktu. Karena gaib, manusia perlu tuntunan wahyu.

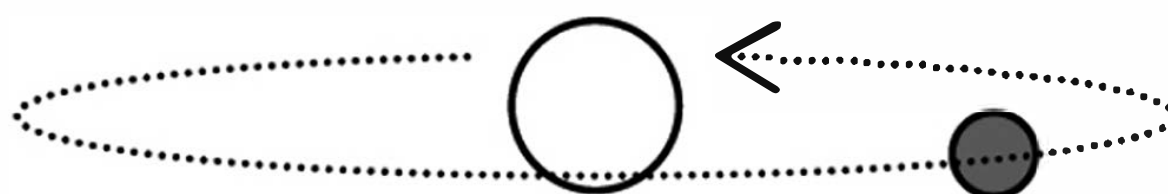
Sebagaimana telah diuraikan pada bab terdahulu, Abu Bakar Al-Baqillani adalah orang yang berani mengemukakan pemikiran yang berbeda tentang atom suatu materi. Menurutnya, atom tidak berukuran, berjumlah terbatas, dan tidak dapat eksis dalam dua saat. Sifat-sifat ini mempunyai kemiripan dengan sifat-sifat atom dalam teori kuantum. Al-Baqillani membangun dasar-dasar teori atomnya berdasarkan wahyu. Sains modern yang positivistik perlu waktu 400 tahun untuk melahirkan teori kuantum yang menawarkan sifat-sifat kemusnahan dan keterciptaan partikel fundamental.

Atom, menurut pengertian awal, yakni pengertian dari Democritus dan Leucippus, merupakan bagian terkecil suatu benda yang tidak dapat dibelah. Atom bagai bola pejal yang berukuran sangat kecil. Bola pejal superkecil ini tidak dapat dimusnahkan dan hanya dapat bergabung serta berpisah membentuk berbagai bentuk makroskopik. Bola pejal superhalus besi berkumpul dan bergabung membentuk butiran pasir besi, dan jika terus bergabung membentuk lempengan dan bongkahan besi. Demikian juga dengan bola superkecil air, berkumpul dan bergabung dalam kelompok renggang menjadi udara, dan jika lebih rapat akan membentuk air.

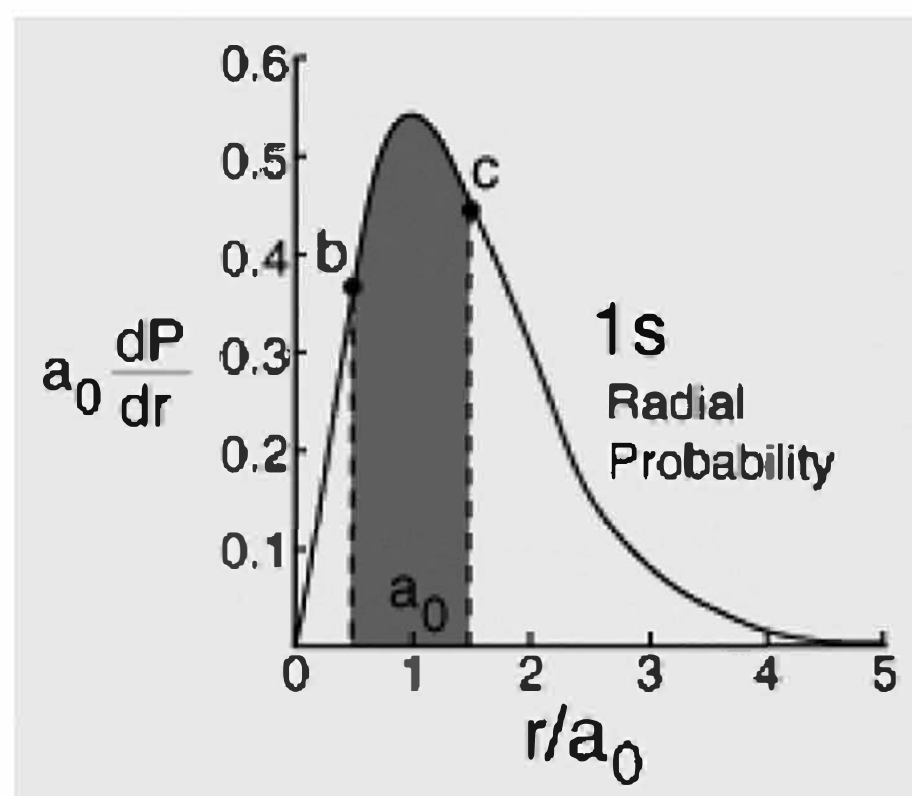
Pandangan atom sebagai bola pejal superkecil dengan berbagai sifatnya tidak dapat menjelaskan beberapa fenomena alam pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20. Atom sebagai butiran terkecil ternyata dapat dibelah menjadi inti dan beberapa butiran kecil, disebut elektron, bergerak mengitari inti tersebut. Inti pun ternyata masih tersusun dari butiran-butiran berupa proton dan neutron.

Atom dalam pandangan kumpulan elektron, neutron dan proton, dibedakan oleh jumlah proton dan neutron sebagai inti atom. Atom oksigen mempunyai inti atom yang terdiri dari 8 proton dan 8 neutron. Inti atom nitrogen terdiri dari 7 proton dan 7 neutron; inti atom karbon

terdiri dari 6 proton dan 6 neutron; inti atom helium terdiri dari 2 proton dan 2 neutron.

Atom paling sederhana hanya terdiri dari 1 proton dan 1 elektron, yaitu atom hidrogen. Elektron bergerak bebas di sekitar proton. Bebas di sini berarti bahwa geraknya tidak terikat pada satu orbit tetap, seperti orbit Bumi mengelilingi Matahari.

Gambar 3 Lintasan Klasik Elektron dalam Hidrogen

Dalam cara pandang mutakhir, yakni cara pandang kuantum, elektron dapat bergerak di seluruh tempat di sekitar proton. Tidak harus pada satu orbit tertentu seperti Gambar 3. Uniknya lagi, elektron tidak diketahui secara pasti keberadaannya. Kita hanya dapat mengatakan, kemungkinan elektron yang berada di sekitar titik anu adalah sekian, di titik anu lainnya sekian. Elektron dapat berada di mana-mana.

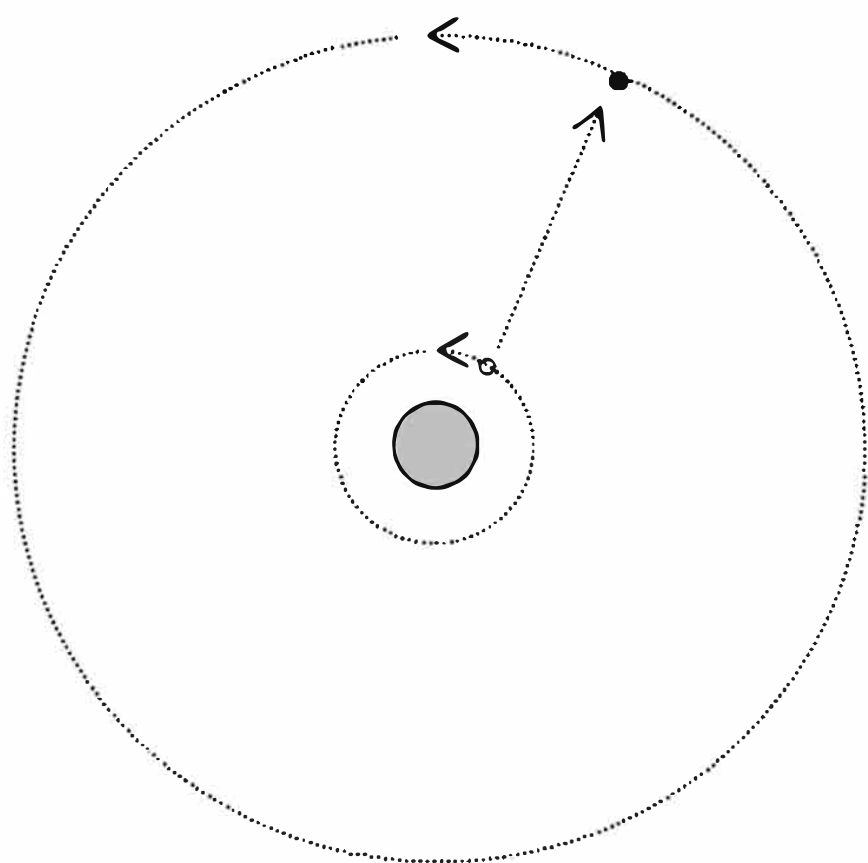
Elektron bergerak bebas di sekitar proton sampai jarak sekitar 5 kali jarak yang dikenal sebagai radius Bohr, seperti Gambar 4. Radius Bohr bernilai sekitar $0,5 \times 10^{-10}$ (0,000.000.000.05) meter. Elektron paling banyak ditemukan pada jarak sebesar radius Bohr dari proton dan tidak dapat berada pada jarak lebih dari 5 kali radius Bohr. Elektron dapat bergerak ke mana-mana di sekitar proton.

Gambar 4 Grafik Probabilitas Radial Elektron
sumber: hyperphysics.phy-astr.gsv.edu

Elektron dapat berada di kiri, kanan, depan, belakang, atas, maupun bawah proton dengan probabilitas yang sama, asalkan berjarak sama. Posisi elektron ti-

dak dapat diketahui secara pasti. Elektron dapat berada dan bergerak ke mana-mana sehingga tampak seperti kabut. Makin besar peluang keberadaan elektron di suatu tempat, makin tebal kabut di tempat tersebut. Ketiadaan kabut berarti tidak ada kemungkinan elektron berada di tempat tanpa kabut tersebut.

Gambar 5 Kabut Elektron
sumber: thebiglogtheory.wordpress.com

Satu elektron membentuk bola kabut akibat gerak cepatnya ke sembarang arah, seperti daun kipas angin yang berputar cepat dan tidak lagi tampak seperti daun kipas, tetapi tampak seperti lingkaran tembus pandang. Penampakan elektron bagai kabut, bukan lintasan garis melingkar, adalah gambaran aneh dari sudut pandang klasik atau *common sense*. Namun, ada yang lebih aneh, yaitu ketika elektron mempunyai energi yang lebih tinggi. Distribusi keberadaan elektron mengalami keterputusan pada jarak tertentu dari proton seperti diperlihatkan pada Gambar 6.

Gambar 6
Distribusi Radial
Elektron Tereksitasi
sumber: chem1.com

Gambar 7 Lintasan Klasik Elektron Tereksitasi

Apa menariknya elektron hidrogen dengan energi lebih tinggi? Bola kabut Gambar 5 adalah distribusi 1s pada Gambar 6. Bola kabut ini menggambarkan posisi elektron dengan energi terendah atom hidrogen dan keadaan hidrogen dengan energi terendah ini dikenal sebagai keadaan dasar. Keadaan dengan energi lebih tinggi disebut keadaan tereksitasi yang secara klasik digambarkan elektron bergerak di orbit lingkaran lebih luar setelah elektron melompat dari lingkaran paling dalam.

Perhatikan elektron dengan energi tereksitasi pertama, yaitu energi terdekat, tetapi lebih besar daripada energi keadaan dasar. Secara klasik, elektron bergerak dalam orbit lingkaran dengan jejari lebih besar, tetapi juga paling dekat dari jejari keadaan dasar. Secara kuantum, distribusi radial keberadaan elektron diberikan oleh bagian tengah (Gambar 6). Pada kurva tengah, kurva bernilai nol pada jejari, misalkan, r_1 dan di atas r_2. Artinya, elektron dapat berada di mana pun di sekitar proton sampai jarak r_1 dan antara r_1 dan r_2, tetapi tidak pernah di r_1.

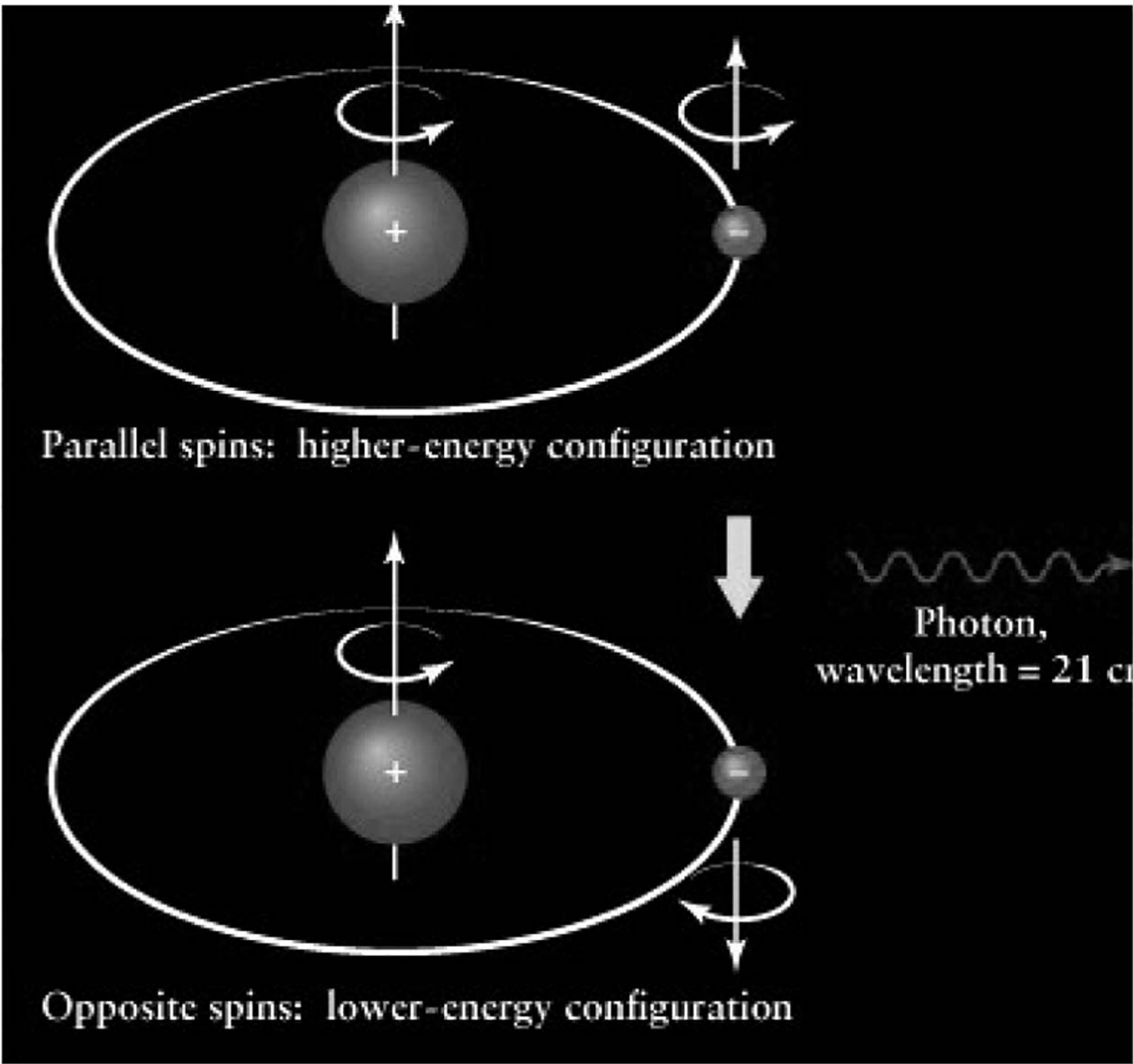
Sebagai ilustrasi keanehan gerak dan posisi elektron atom hidrogen, kita gambarkan dua bola plastik kecil dan besar dengan bola kecil ditempatkan dalam bola besar. Bola plastik ini menjadi visualisasi probabilitas transisi nol yang dalam bola kabut dinyatakan oleh daerah putih polos tanpa kabut. Elektron kita ibaratkan sebagai kelereng.

Dalam analogi ini, kelereng dapat bergerak bebas dalam bola kecil, ke mana pun ia mau. Kelereng juga dapat bergerak bebas di antara kulit bola pertama dan kulit bola kedua. Kelereng tidak dapat berada di luar bola besar. Unik, sekaligus anehnya, meskipun kelereng dapat berada di dalam dan di luar bola kecil, tetapi kelereng tidak pernah melalui

Gambar 8 Kelereng dan Dua Bola Plastik

permukaan bola kecil. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi?

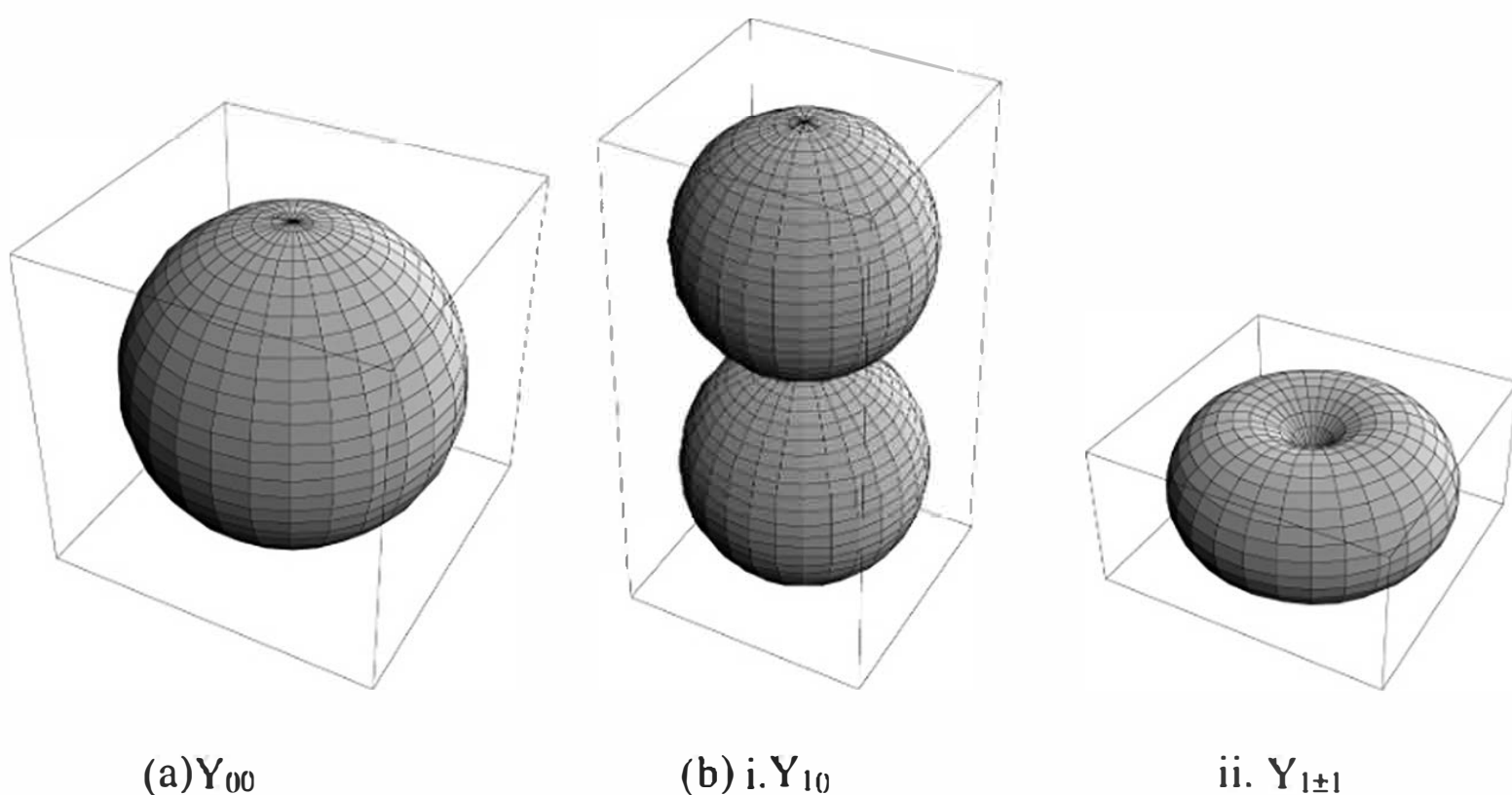
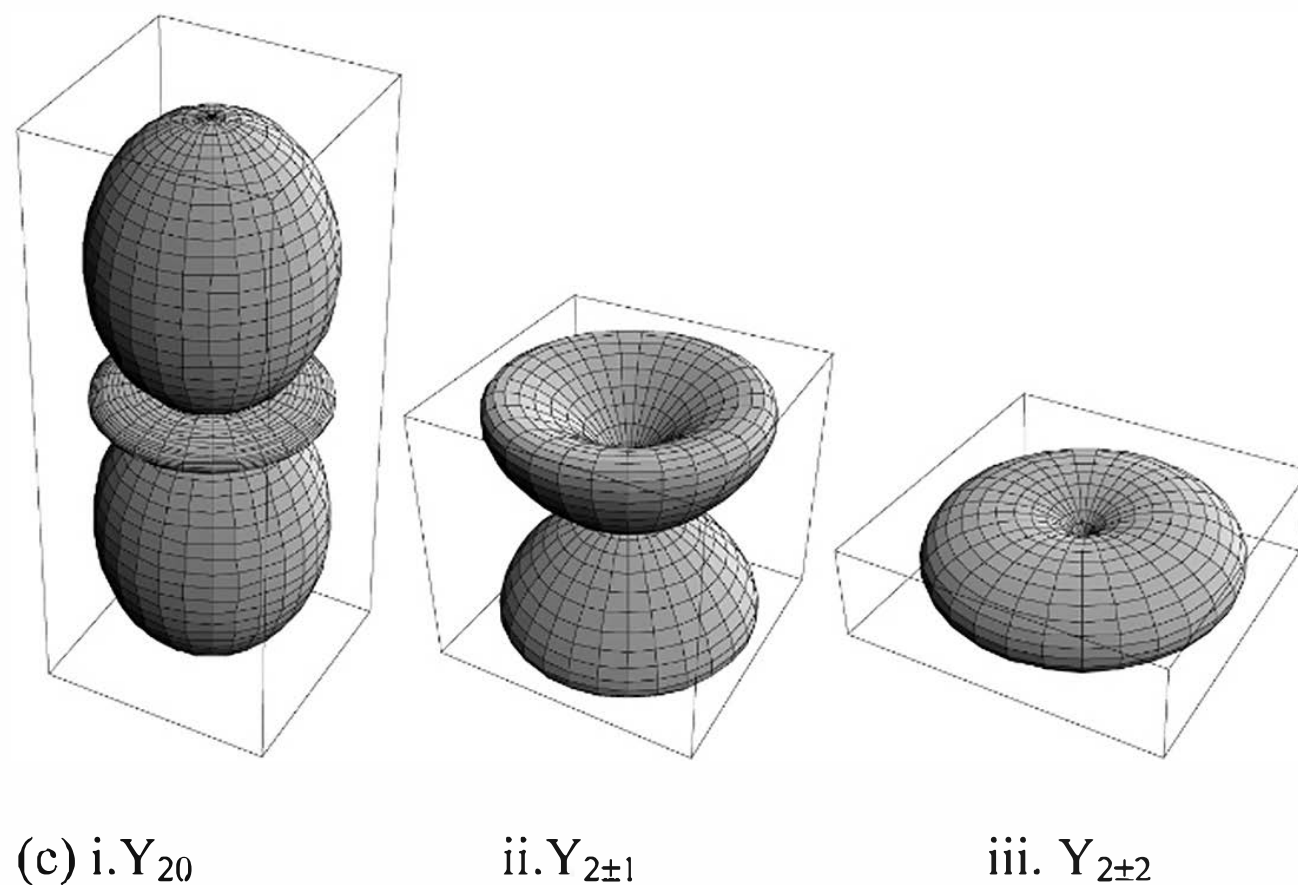
Jika elektron yang direpresentasikan dengan kelereng tetap diperlakukan dan dipandang secara klasik, yakni partikel kekal, ada dua kemungkinan bagi keadaan elektron. *Pertama*, elektron atau kelereng terus berada di dalam bola kecil saja atau di luar bola kecil di dalam bola besar. *Kedua*, dapat berada di dalam bola kecil maupun bola besar, termasuk di permukaan bola kecil. Kemungkinan kedua ini berarti tidak perlu ada bola kecil yang menghalangi kelereng.

Ternyata tidak demikian menurut pemahaman kuantum. Kelereng dapat berada di dalam dan di luar bola kecil, tetapi tidak pernah di kulit

Gambar 9 Spin
sumber: friggphysastro.mnsu.edu

bola. Keadaan kuantum ini hanya dapat terjadi jika kelereng tidak kekal, sebaliknya kelereng sewaktu-waktu dapat musnah atau hancur lenyap, khususnya ketika menyeberangi kulit bola kecil. Elektron yang direpresentasikan oleh kelereng dapat lenyap menghilang, gaib. Elektron yang berada dalam bola kecil lenyap dan muncul lagi di luar bola kecil, dalam bola besar. Kulit bola dalam yang merepresentasikan lokasi terlarang kelereng bertambah banyak jika energi kelereng bertambah besar.

Keanehan dan keunikan elektron tidak sebatas pada adanya kulit bola yang identik dengan larangan elektron berada di tempat kulit bola tersebut. Elektron juga bergerak bagai gasing, berputar mengitari porosnya. Gerak serupa juga terjadi pada proton sebagai inti atau nukleus atom hidrogen.

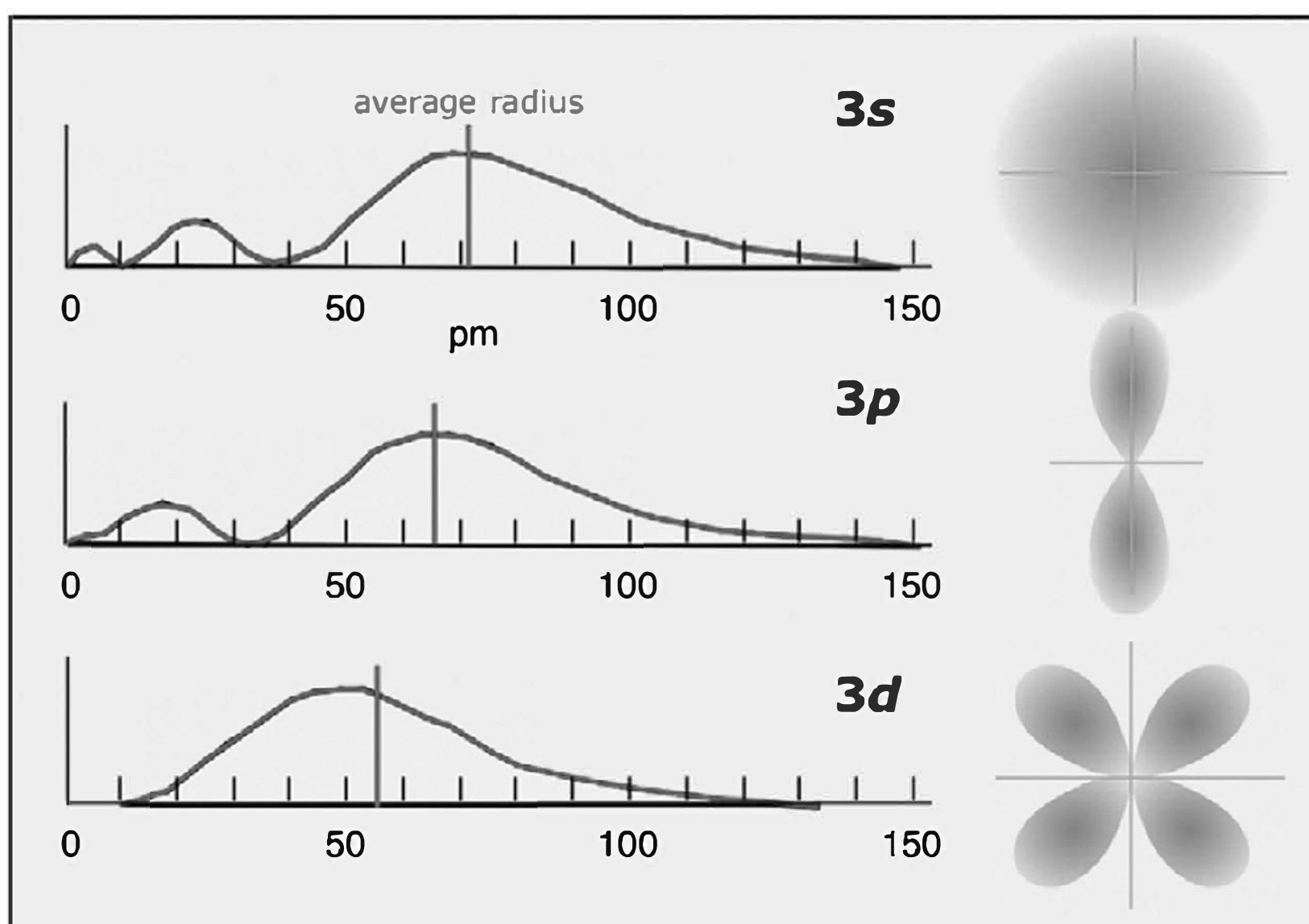
Arah gerak putar elektron atau spin akan menyebabkan tingkat energi yang dimiliki sistem proton-elektron juga berbeda. Terkait dengan spin, yakni besaran momentum sudut dalam ruang internal, bukan ruang waktu, terdapat sifat dan perilaku yang sangat indah. Gambar-gambar probabilitas angular atau sudut diberikan oleh diagram tiga dimensi berikut.

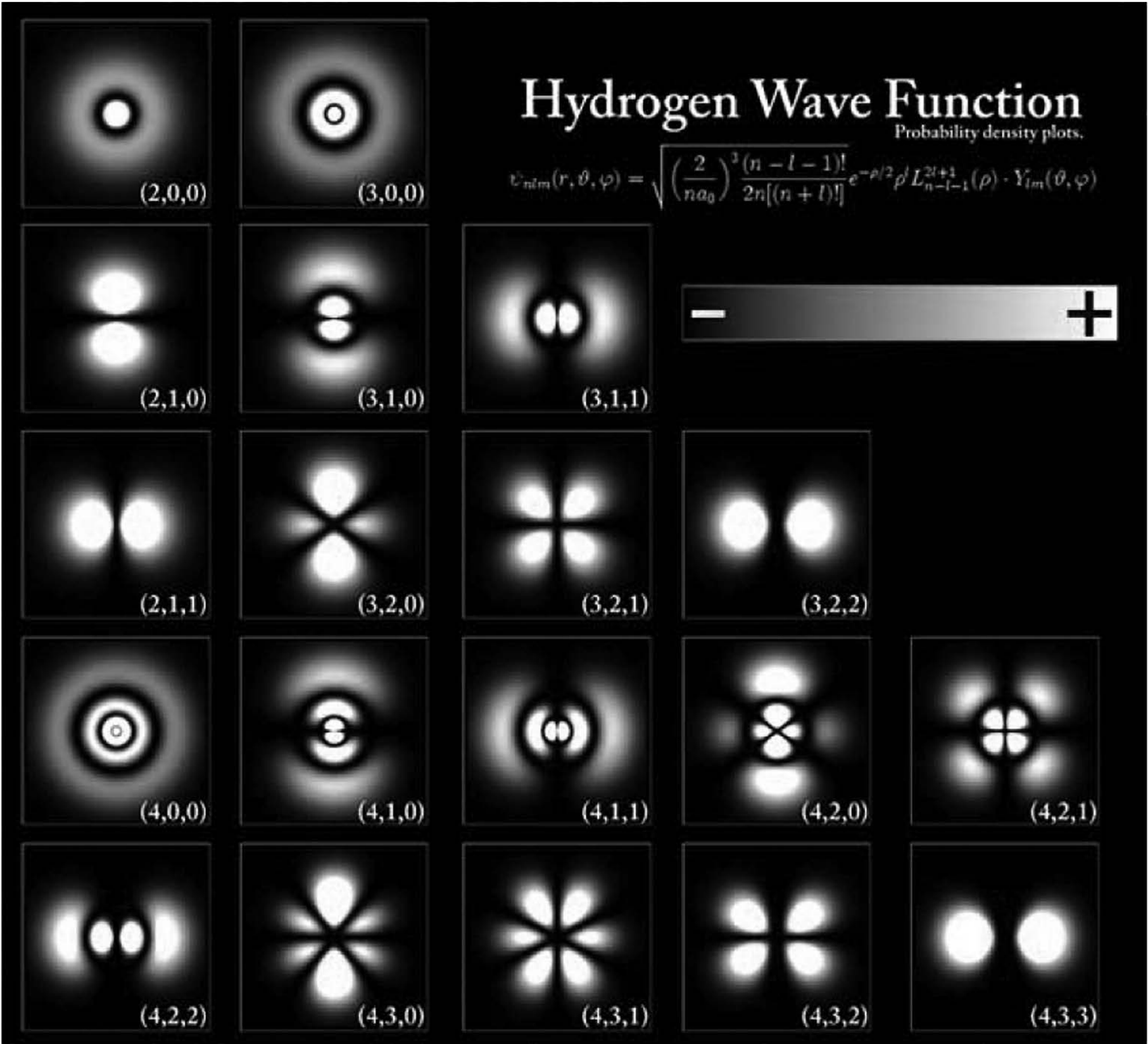
(a)Y_{00} (b) i.Y_{10} ii. $Y_{1\pm1}$

Gambar 10 Representasi Permukaan Y_{lm}

Permukaan bentuk pada Gambar 10 diukur dari titik pusat dengan sudut q dari salah satu sumbu (z) dan sudut j dari sumbu yang lain (x). Distribusi sudut akan bersama distribusi radial membentuk kabut elektron yang menyatakan posisi keberadaan elektron di sekitar proton. Distribusi keberadaan elektron dengan energi tereksitasi kedua mempunyai tiga bentuk seperti diberikan Gambar 11. Bentuk distribusi dipengaruhi oleh keadaan momentum sudut eksternal maupun momentum sudut internal atau spin.

Distribusi 3s merupakan distribusi radial murni dengan tiga kulit bola yang menyatakan larangan bagi posisi elektron dan mengizinkan keberadaan di mana pun di antaranya, tidak bergantung pada sudut ekuatorial maupun sudut azimut. Keadaan 3p mempunyai distribusi radial dua bola, tetapi distribusi keseluruhannya diizinkan pada empat daerah elektron dan disekat tiga dinding yang elektron terlarang berada, seperti Gambar 12 baris ke-2 dari atas dan kolom ke-2 dan ke-3. Bagian terang gambar menyatakan daerah tempat elektron diizinkan, sedangkan bagian gelap adalah area elektron dilarang.

Distribusi 3d mempunyai tiga pola. *Pertama*, pola Y_{322} adalah pola satu cincin atau donat, seperti Gambar 12 baris ke-3 dari atas kolom paling kanan. Kabut elektron membentuk donat. *Kedua*, pola Y_{321} adalah

pola dua donat yang terpisah, seperti Gambar 12 baris ke-3 kolom ke-3 dari kiri. *Ketiga*, pola Y_{320} merupakan pola satu donat dan dua balon lonjong di atas dan di bawah donat. Distribusi atau kabut elektron yang lebih lengkap dipaparkan pada Gambar 12. Bagian paling terang merupakan bagian paling mungkin ditemukannya elektron, bagian sebaliknya merupakan tempat paling sulit ditemukan elektron.

Gambar 11
sumber: chem1.com

Elektron bagai membentuk kabut halus dan terang-gelap, bukan sebagai titik pejal. Kabut-kabut ini pun tidak utuh sebagai satu kesatuan, melainkan membentuk pola bagian demi bagian yang tersusun rapi. Bagian demi bagian kabut terpisah oleh permukaan tertentu yang berarti bagian tersebut tanpa kabut, tidak ada dan tidak boleh ada elektron. Dalam pandangan atau imajinasi elektron sebagai objek titik pejal, elektron melintas satu bagian ke bagian lain tanpa melewati pembatas. Mekanisme ini hanya mungkin berlangsung jika elektron dapat lenyap, gaib. Elektron lenyap dan tercipta kembali di tempat lain.

Gambar 12
sumber: pyisicsforum.com

Elektron gaib dan wujud kembali terus berlangsung sampai saat ini. Elektron dapat musnah dan dapat tercipta, tidak kekal.

Katakanlah (Muhammad), "Apakah di antara sekutu-sekutumu ada yang dapat memulai penciptaan makhluk, kemudian mengulanginya kembali?" Katakanlah, "Allah yang memulai penciptaan makhluk, kemudian mengulanginya kembali; maka bagaimana mungkin kamu mengingkarinya?" (QS Yûnus [10]: 34)

Bada'a-yabda'u-bad'an بدأ – يبدؤ – بدأ (memulai); *khalaqa-yakhluqu-khalqan* خلق – يخلق – خلقا (membuat, menjadikan, membuka). *'Âda-ya'ûdu-'audan-'audatan* عاد – يعود – عودا – عودة (kembali).

Pada ayat ini dipilih *yabda'u al-khalqa* يبدؤ الخلق (Allah sedang [atau akan] mencipta) bukan *bada'a al-khalqa* بدأ الخلق (Allah telah mencipta). Artinya, proses penciptaan masih berlangsung. Dalam ayat ini ditegaskan Allah (yang) memulai penciptaan, berarti Allah tetap aktif mencipta dan memusnahkan. Allah tidak pensiun dan hanya memandangi ciptaan-Nya dari jauh. Allah terus mencipta dan memusnahkan. Allah merancang ruang dalam (*inner space*) bagi materi, elektron, aneka partikel, juga bagi manusia.[]

Antrean Kuantum

Yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk. (QS Al-A'lâ [87]: 3)

Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran. (QS Al-Qamar [54]: 49)

Dia (Musa) menjawab, "Tuhan kami ialah (Tuhan) yang telah memberikan bentuk kejadian kepada segala sesuatu, kemudian memberinya petunjuk." (QS Thâ' Hâ' [20]: 50)

Dunia mikro sangatlah unik dan berbeda dengan dunia makro. Jasad renik elektron mempunyai banyak rambu, di sini boleh, di sana tidak boleh. Dunia mikro mempunyai aturan yang berbeda dengan dunia makro. Ibarat pepatah, *lain ladang lain belalang*, itulah dunia mikro dengan "belalang" yang berbeda dengan belalang dunia makro. Segala sesuatu mempunyai bentuk kejadian, aturan, kaidah, dan pola yang khas.

Allah telah merancang segala sesuatu dengan rancangan yang cermat, unik, dan sempurna. Manusia diperintahkan untuk memahami rancangan tersebut. Dan hanya orang-orang yang tekun yang dapat memahami rancangan alam semesta. Al-Quran menyebut mereka sebagai *qaumun ya'qilûn*.

Kembali pada dunia mikro, ilmuwan Jerman, Max Planck, adalah orang yang pertama kali menangkap pesan bahwa dunia mikro

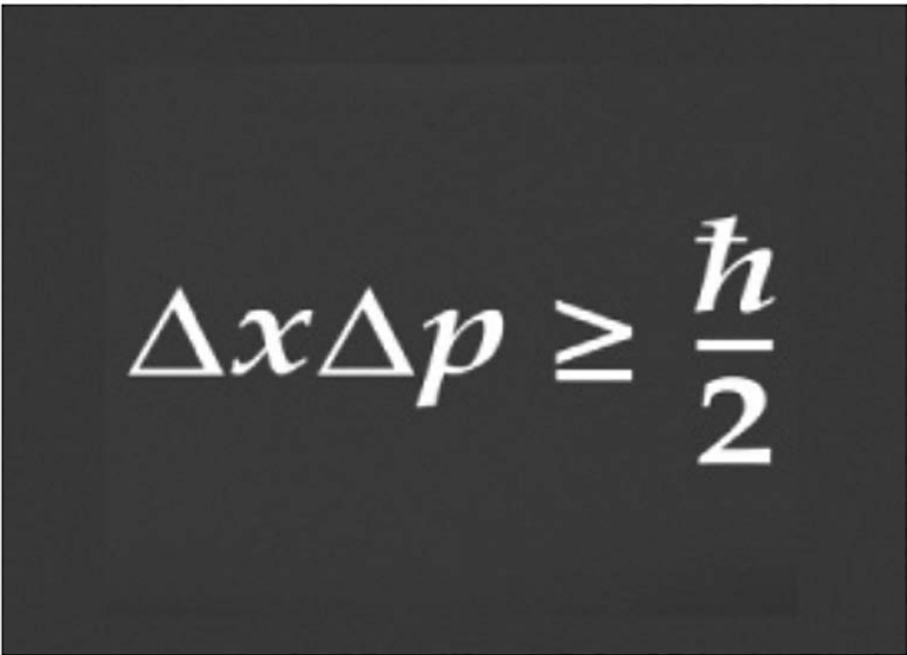
terkuantisasi, dunia super-renik terpaket-paket. Radiasi gelombang elektromagnetik dalam kotak hitam tidak mempunyai energi yang kontinu, melainkan terpaket, terkuanta dalam satuan tertentu *hv, 2hv, 3hv, 4hv, 5hv*, dan seterusnya.

Gambar 1 Air Terjun
sumber: free-extras.com

Kuantisasi merupakan aturan dunia mikro. Demikian penemuan para fisikawan. Energi dan momentum sudut terkuantisasi. Jika diibaratkan air terjun, air terjun yang biasa kita lihat adalah air terjun klasik. Air mengalir kontinu, kemudian jatuh dan memercik halus membasahi daun-daun dan batu di sekitarnya.

Dalam gambaran versi kuantum, air terjun tidak lagi mengalir kontinu, tetapi telah dimasukkan dalam botol atau galon. Air dalam botol atau galon tersebut menggelinding, kemudian jatuh.

Air terjun menjadi tidak menarik ketika air yang jatuh berada dalam wadah botol atau galon. Tidak ada lagi kesejukan yang ditimbulkan oleh percikan-percikan halus. Sebaliknya, kawasan air terjun menjadi sangat berisik oleh dentuman drum atau tong yang jatuh menghantam drum yang telah jatuh terlebih dulu.

Dunia mikro selalu bergerak dinamis. Posisi dan momentum selalu berubah. Hal itu menyebabkan elektron tampak seperti kabut, mirip ruji roda sepeda yang tidak lagi tampak seperti batang-batang kecil, melainkan seperti

Gambar 2 Botol
sumber: infobarrel.com

permukaan plastik lebar yang tembus pandang.

Hal lain yang menarik dari dunia kuantum adalah aturan bahasa yang dipakainya, yakni matematika. Posisi dinyatakan dengan *x* dan momentum dengan *p*, untuk dunia klasik atau dunia "biasa" berlaku

Gambar 3 Drum atau Ton
sumber: de.academic.ru

$$px = xp$$

Gambar 4 Ketidaktentuan Heisenberg
sumber: proyectosogilvy.com

Sifat ini disebut sifat komutatif, posisi dan momentum komut. Sifat ini memberi konsekuensi berapa pun jumlah *x* maupun *p*, maka perubahan urutan posisi dan momentum tidak mengubah kuantitas apa pun. Satu posisi x dan dua momentum p atau sebaliknya mempunyai kombinasi urutan

$$pxx = xpx = xxp$$
$$ppx = pxp = xpp$$

Urutan 2*x* dan 2*p*,

$$xxpp = xpxp = xppx = pxpx = pxxp = ppxx$$

Demikian pula untuk jumlah yang sembarang, misalnya, 2*p* (*pp*) dan 3*x* (*xxx*), yaitu *ppxxx*, maka terdapat 10 kombinasi baris yang sama. Sepuluh baris tersebut adalah sebagai berikut,

$$ppxxx = pxpxx = pxxpx = pxxxp = xppxx$$
$$xpxpx = xxpxp = xxxpp = xpxxp = xxppx$$

Dua puluh kombinasi baris atau antrean untuk 3*x* dan 3*p*,

$$xxxppp = xxpxpp = xxppxp = xpxpxp = xppxpx$$
$$ppxpxx = xxpppx = pxxxpp = pxxppx = pxppxx$$
$$ppxxpx = ppxxxp = xpppxx = xpxppx = xpxxpp$$
$$pxpxpx = xppxxp = pxpxxp = pppxxx = pxxpxp$$

Kedua puluh barisan ini bernilai sama meskipun variasi urutannya berbeda.

Dalam kuantum, urutan menjadi penting, tidak sama antara urutan posisi-momentum dengan momentum-posisi.

$$px \neq xp$$

Perubahan urutan menyebabkan perubahan tatanan,

$$xp = px + i\hbar$$

Akibatnya, $xpp \neq pxp \neq ppx$, melainkan menjadi

$$xpp = pxp + i\hbar p = ppx + 2i\hbar p$$

Demikian juga $xxp \neq xpx \neq pxx$, tetapi menjadi

$$xxp = xpx + i\hbar x = pxx + 2i\hbar x$$

Uraian kombinasi posisi dan momentum yang lebih banyak juga akan mengalami perubahan jika salah satu elemen digeser urutannya, tentu juga lebih rumit.

$$\begin{aligned} xxpp &= xpxp + i\hbar px - \hbar\hbar \\ &= xppx + 2i\hbar px - 2\hbar\hbar \\ &= pxpx + 3i\hbar px - 2\hbar\hbar \\ &= pxxp + 2i\hbar px - 2\hbar\hbar \\ &= ppxx + 4i\hbar px - 2\hbar\hbar \end{aligned}$$

Jelaslah bahwa untuk dunia kuantum, perubahan urutan dalam 3*x* dan 3*p* juga akan menyebabkan perubahan pola

$$xxxppp \neq xxpxpp \neq xxppxp \neq xpxpxp \neq xppxpx$$
$$ppxpxx \neq xxpppx \neq pxxxpp \neq pxxppx \neq pxppxx$$
$$ppxxpx \neq ppxxxp \neq xpppxx \neq xpxppx \neq xpxxpp$$
$$pxpxpx \neq xppxxp \neq pxpxxp \neq pppxxx \neq pxxpxp$$

Pola urutan ini berbentuk seperti pagar atau antrean, dan di dalam dunia kuantum, pagar atau antrean mempunyai aturan yang berbeda sama sekali dari aturan di dunia klasik. Pergeseran urutan mengubah keadaan secara mendasar yang tidak pernah dibayangkan oleh orang kebanyakan. Segala sesuatu telah dirancang dengan cermat dan unik.[]

Estetika dan Teknologi

Asimetri dan Posisi Ka‘bah

Dan apakah mereka tidak memperhatikan suatu benda yang diciptakan Allah, bayang-bayangnya berbolak-balik ke kanan dan ke kiri dalam keadaan sujud kepada Allah, dan mereka (bersikap) rendah hati. (QS Al-Nah̲l [16]: 48)

T*afayya'a-yatafayya'u-tafayyû'an* تفيأ – يتفيؤا – تفيوء ا adalah *fi'il mazîd khumâsi* dari *fi'il fâ'a-yafî'u-fai'an* فاء – يفيء – فيء ا (kembali, pulang). *Yatafayya'u* berarti berbolak-balik. *Zhilâlun* ظلال adalah jamak taksir dari *zhillun* ظلّ (naungan, bayangan). Dalam ayat ini terdapat keanehan, *al-yamîn* اليمين (kanan) adalah *isim* tunggal, sedangkan *al-syamâ'il* الشمائل adalah jamak taksir dari *al-syimâl* الشمال (kiri).

Ada dua hal menarik dari ayat ini. *Pertama*, pemilihan kata yang tidak setara. *Kedua*, implikasi dari ketidaksetaraan kata tersebut.

Mari, kita bahas satu per satu. Di dalam tata bahasa umum, huruf *athaf wawu* seharusnya dirangkai dengan kata berjenis sama, tunggal-tunggal atau jamak-jamak, mestinya muncul kombinasi *'an al-yamîni wa al-syimâli*

عَنِ الْيَمِيْنِ وَالْشِمَالِ

yang tunggal-tunggal atau *'an al-aimâni wa al-syamâ'il*

عَنِ لْاَيْمَانِ و الْشَمَائِلِ

yang jamak-jamak. Namun, Surah Al-Nah̲l (16): 48 menggunakan redaksi campuran *'an al-yamîni wa al-syamâ'il*

عَنِ الْيَمِيْنِ وَ الْشَمَائِلِ

yang tunggal-jamak.

Kesetaraan ini dapat dipandang sebagai bentuk keselarasan gramatika. Al-Quran menggunakan pola ini. Perhatikan ayat-ayat yang pernah dibahas pada bab terdahulu. *Pertama*, simetri *masyriq-maghrib.*

(Dialah) Tuhan timur dan barat, tiada tuhan selain Dia, maka jadikanlah Dia sebagai Pelindung. (QS Al-Muzzammil [73]: 9)

قَالَ رَبُّ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ وَمَا بَيْنَهُمَا ۖ إِن كُنتُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٢٨﴾

Dia (Musa) berkata, "(Dialah) Tuhan (yang menguasai) timur dan barat dan apa yang ada di antara keduanya, jika kamu mempergunakan akal." (QS Al-Syu'arâ' [26]: 28)

وَلِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ ۚ فَأَيْنَمَا تُوَلُّوا فَثَمَّ وَجْهُ اللَّهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ وَاسِعٌ عَلِيمٌ ﴿١١٥﴾

Dan milik Allah timur dan barat. Ke mana pun kamu menghadap, di sanalah wajah Allah. Sungguh, Allah Mahaluas lagi Maha Mengetahui. (QS Al-Baqarah [2]: 115)

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّاهُمْ عَن قِبْلَتِهِمُ الَّتِي كَانُوا عَلَيْهَا ۚ قُل لِّلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ ۚ يَهْدِي مَن يَشَاءُ إِلَىٰ صِرَاطٍ مُّسْتَقِيمٍ ﴿١٤٢﴾

Orang-orang yang kurang akal di antara manusia akan berkata, "Apakah yang memalingkan mereka (Muslim) dari kiblat yang dahulu mereka (berkiblat) kepadanya?" Katakanlah (Muhammad), "Milik Allah-lah timur dan barat; Dia memberi petunjuk kepada siapa yang Dia kehendaki ke jalan lurus." (QS Al-Baqarah [2]: 142)

رَبُّ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ , لِلّٰهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ		
رب , لله		
المغرب	و	المشرق
tunggal		tunggal

Kedua, simetri *syarqiyyatin-gharbiyyatin.*

اَللّٰهُ نُوْرُ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِۗ مَثَلُ نُوْرِهٖ
كَمِشْكٰوةٍ فِيْهَا مِصْبَاحٌۗ اَلْمِصْبَاحُ فِيْ زُجَاجَةٍۗ اَلزُّجَاجَةُ
كَاَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُّوْقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُّبٰرَكَةٍ
زَيْتُوْنَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَّلَا غَرْبِيَّةٍۙ يَّكَادُ زَيْتُهَا يُضِيْۤءُ
وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌۗ نُوْرٌ عَلٰى نُوْرٍۗ يَهْدِى اللّٰهُ
لِنُوْرِهٖ مَنْ يَّشَاۤءُۗ وَيَضْرِبُ اللّٰهُ الْاَمْثَالَ لِلنَّاسِۗ
وَاللّٰهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيْمٌۙ ﴿٣٥﴾

Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya seperti sebuah lubang yang tidak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca, (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang diberkahi, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di timur dan tidak pula di barat, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis). Allah memberi petunjuk kepada cahaya-Nya bagi siapa yang Dia kehendaki, dan Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu. (QS Al-Nûr [24]: 35)

يُّوْقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُّبٰرَكَةٍ زَيْتُوْنَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَّلَا غَرْبِيَّةٍ		
زيتونة		
لا غربية	و	لا شرقية
tunggal		tunggal

Ketiga, simetri *masyriqaini-maghribaini.*

Tuhan (yang memelihara) dua timur dan Tuhan (yang memelihara) dua barat. (QS Al-Rahmân [55]: 17)

رَبُّ الْمَشْرِقَيْنِ وَرَبُّ الْمَغْرِبَيْنِ		
رب المغربين	و	رب المشرقين
dua-idhafat		dua-idhafat

Keempat, simetri *masyâriq-maghârib.*

Maka, Aku bersumpah demi Tuhan yang mengatur tempat-tempat terbit dan terbenamnya (matahari, bulan, dan bintang). Sungguh, Kami pasti mampu. (QS Al-Ma'ârij [70]: 40)

بِرَبِّ الْمَشَارِقِ وَالْمَغَارِبِ		
رب		
المغرب	و	المشارق
Jamak		Jamak

Kelima, asimetri *masyâriq.*

Tuhan langit dan bumi dan apa yang berada di antara keduanya dan Tuhan tempat-tempat terbit matahari. (QS Al-Shâffât [37]: 5)

رَبُّ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ		
	رب	
الأرض	و	السموات
Mufrad		Jamak

Namun, anak kalimat lanjutannya:

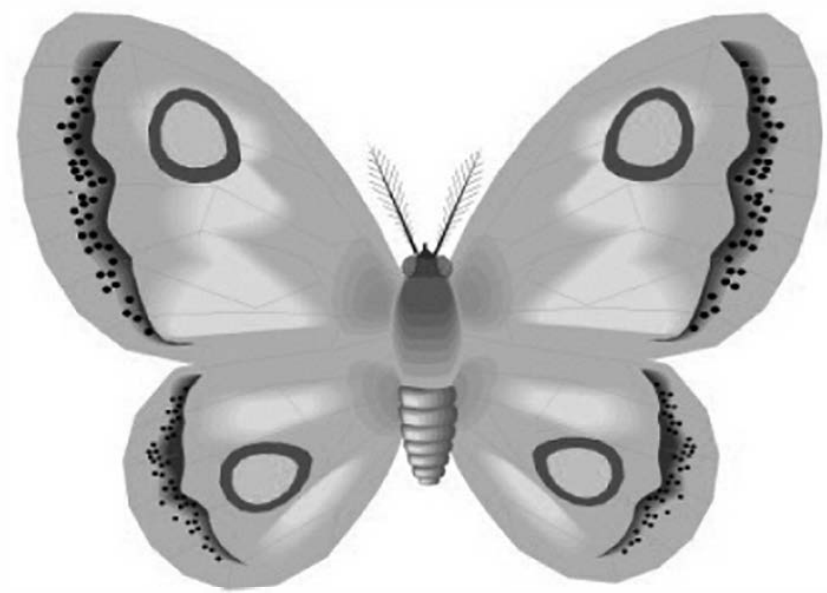
رَبُّ الْمَشَارِقِ		
	رب	
-	-	المشارق
tanpa pasangan		Jamak

Ayat-ayat tadi disusun berpasangan, yaitu *masyriq-maghrib*, *masyriqaini-maghribaini*, dan *masyâriq-maghârib*. *Masyriq* selalu didahulukan dari *maghrib* karena keduanya merujuk pada Matahari yang tampak pada siang hari, penampakan ini berawal dari *masyriq* dan berakhir pada *maghrib*.

Arah timur selalu berpasangan dengan barat. Artinya, keberadaan arah timur selalu menuntut keberadaan arah barat dan sebaliknya. Tidak mungkin ada arah timur tanpa barat. Jika seseorang berjalan maju ke arah timur, dan jika mundur, pasti ia melangkah ke barat.

Dari lima pola pengungkapan pasangan kata, *isim* makan, timur-barat tadi, empat muncul dalam pola pasangan dan hanya satu yang tidak berpasangan, *masyâriq* muncul tanpa *maghârib*. Pasangan dapat dipandang sebagai bagian dari simetri. Timur-barat, siang-malam, kiri-kanan, atas-bawah merupakan pasangan dan pengungkapan secara geometrisnya memberikan keselarasan.

Ungkapan-ungkapan simbolis tersebut tentunya mewakili karakteristik alam ciptaan yang dalam banyak hal memperlihatkan penam-

pakan simetrinya. Makhluk indah dan mungil yang dapat ditemukan di taman-taman penuh bunga adalah kupu-kupu. Hewan kecil yang suka terbang ke sana kemari, hinggap di satu bunga dan beralih ke bunga lainnya sambil menari-nari, mempunyai bentuk fisik yang simetri. Tidak hanya bentuk fisik yang simetri, melainkan juga komposisi warna di bagian kiri-kanan tubuh.

Gambar 1 Kupu-kupu
sumber: easy-child-crafts.com

Orang yang tinggal di negeri dengan empat musim, suatu saat akan mengalami musim dingin dan banyak salju turun. Salju yang lembut berwarna putih bersih ini turun dari langit dengan cara beterbangan bagai kapas. Sekilas salju tampak bagai kapas yang tak beraturan, tetapi jika butiran salju kita pegang, lalu kita amati dengan saksama, ternyata salju mempunyai bentuk yang teratur dan simetri.

Pola simetri ini disukai dan ditiru manusia dalam membuat aneka bentuk perhiasan atau barang. Pakaian banyak menggunakan gambar dengan motif simetri yang berulang.

Peralatan dapur, juga langit-langit rumah banyak dihias dengan eternit dengan motif simetri. Rumah dan isinya dihias sedemikian rupa sehingga tampak apik dan artistik.

Gambar 2 Butiran Salju
sumber: thinkinghousewife.com

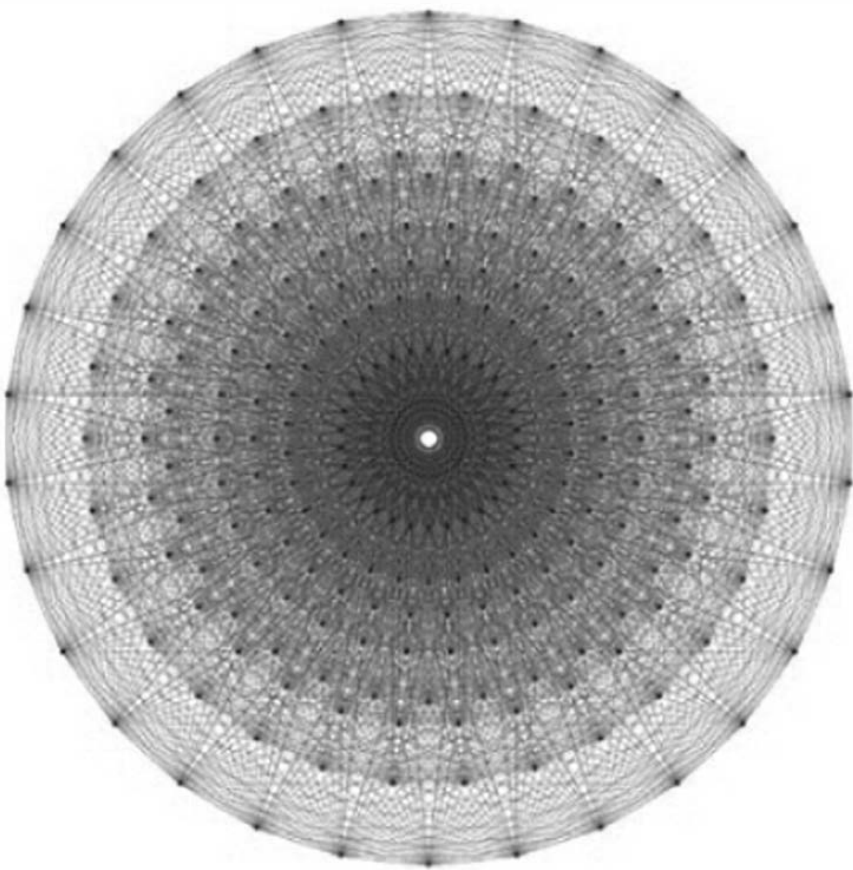
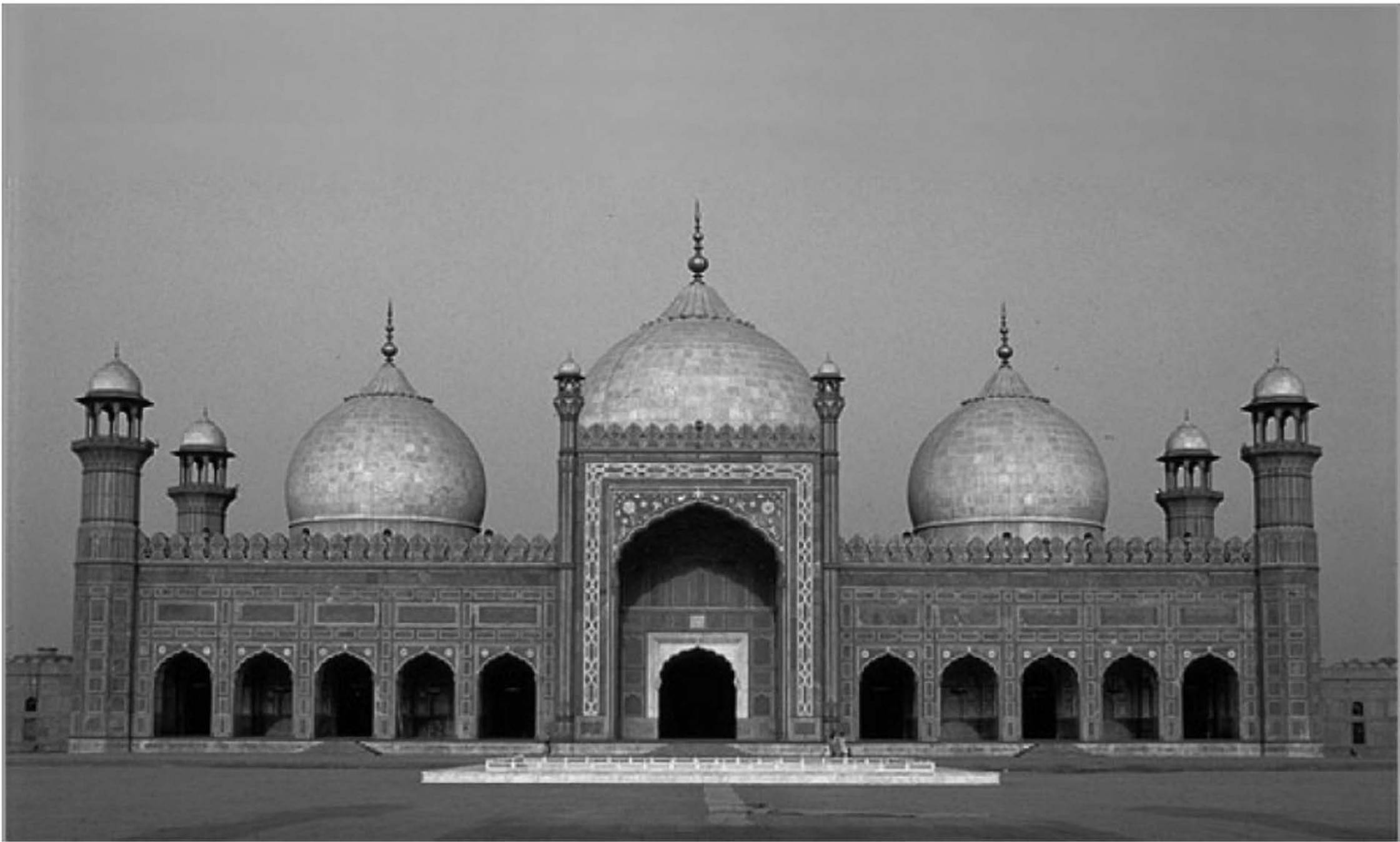
Banyak bangunan dirancang dengan mempertimbangkan kesimetrian. Masjid Taj Mahal di India merupakan contoh klasik. Masjid Badashi di Pakistan merupakan contoh lain.

Di Indonesia sendiri tidak sedikit masjid yang dibangun dengan

menjadikan simetri sebagai pola dasar bangunan. Masjid Raya Al-Ma'sun di tengah Kota Medan juga dirancang simetri kanan-kiri.

Menariknya, tidak semua dari 8 ayat timur-barat dinyatakan dalam pola simetri dan terdapat 1 ayat yang tidak simetri, asimetri. Tidak simetri dapat berarti benar-benar tidak simetri, dalam arti tanpa simetri sedikit pun. Namun, dapat juga berarti simetri, tetapi tidak sempurna, simetri dengan derajat lebih rendah. Perhatikan gambar kupu-kupu. Sekilas tampak sempurna, tetapi bila diperhatikan dengan saksama, akan tampak terdapat ketidaksimetrian pada bagian detailnya.

Gambar 3 Butiran Salju
sumber: listeningreading.blogspot.com

Gambar 4 Motif Simetri Kain
sumber: chestofbooks.com

Gambar 5
sumber: spontaneoussymmetry.com

Gambar 6 Masjid Badashi Pakistan
sumber: rizwan.dar.theodora.com

Gambar 7 Masjid Raya Al-Ma'sun Medan
sumber: medanku.com

Kupu-kupu pada gambar berikut juga tidak simetri sempurna. Berbeda dari kupu-kupu Gambar 8 yang mempunyai ketidaksimetrian pada wilayah detail, kupu-kupu Gambar 9 muncul dengan simetri sempurna, kecuali sedikit pada kedua "kumis"nya, semua ke kiri.

Selain bentuk simetri dan asimetri, kita juga menemukan adanya bentuk antisimetri, semacam simetri berlawanan.

Gambar 8 Asimetri pada Detail
sumber: fun4thechildren.blogspot.com

Sifat simetri, asimetri, dan antisimetri eksis di alam. Karena itu, gagasan objektif bagi perumusan berbagai fenomena alam juga harus menampung sifat-sifat ini. Pada awal abad ke-19, para ahli matematika mengembangkan teori grup, teori abstrak tentang

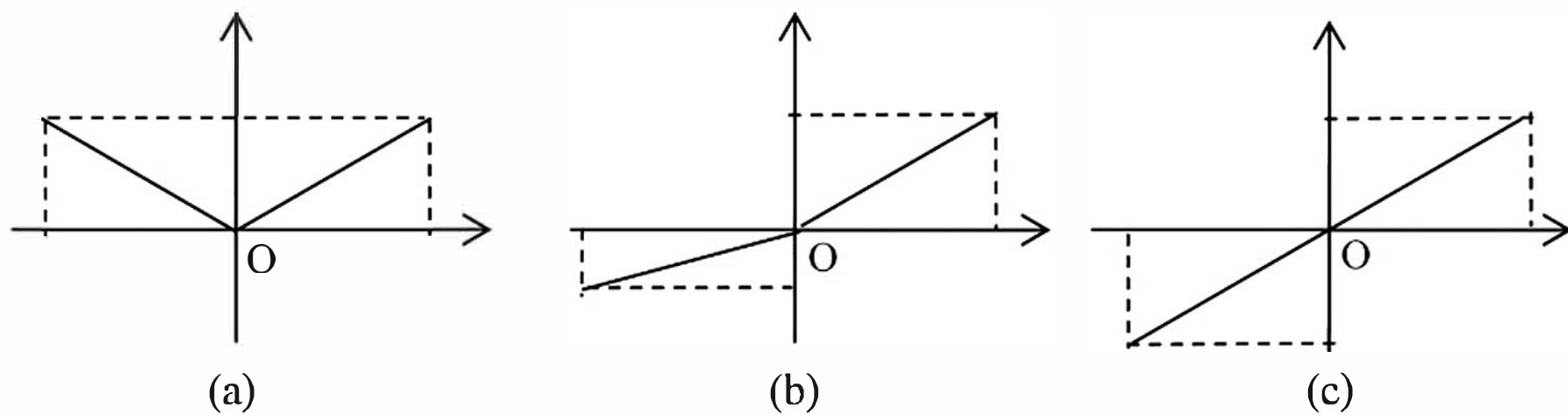
himpunan dan operasinya. Teori ini berkembang secara merayap selama satu abad sampai kemudian lahir teori kuantum, dan teori grup menemukan lahan terapannya dan berkembang pesat di tangan para ahli fisika. Teori grup menjadi peranti matematis bagi perumusan kesimetrian.

Gambar 9 Asimetri Kumis Kupu-Kupu
sumber: twodressesstudio.blogspot.com

Para ahli fisika pun akhirnya sampai pada simpulan bahwa alam tercipta dalam bentuk yang simetri. Alam semesta mulanya simetri terhadap jumlah materi dan antimateri, dalam arti jumlah materi sama dengan jumlah antimaterinya. Namun, dalam hitungan tidak sampai satu kedipan mata, terjadi simpangan yang menyebabkan jumlah materi lebih banyak daripada antimaterinya sehingga menjadi alam semesta asimetri sampai saat ini. Artinya, saat ini kita hidup di alam semesta asimetri, alam semesta yang tersusun dari materi dalam jumlah jauh lebih banyak daripada antimaterinya.

Apa yang terjadi jika alam semesta simetri? Nasib manusia menjadi tidak menentu, sebab antimateri ada dalam jumlah yang sama dengan materi. Elektron berjumlah sama dengan antielektron, yakni positron. Proton berjumlah sama dengan antiproton. Demikian pula dengan neutron dan antineutron serta semua partikel lainnya. Mereka berjumlah sama dengan antipartikel mereka. Padahal, jika partikel bertemu dengan antipartikelnya, keduanya akan musnah dan berganti menjadi radiasi foton.

Gambar 10

Jika antipartikel berjumlah sama dengan partikelnya, di muka Bumi juga akan ada antipartikel

Gambar 11 Kurva: (a) Simetri, (b) Asimetri, (c) Antisimetri

dalam jumlah yang setara. Akibatnya, tubuh kita setiap saat dapat bersentuhan dengan antipartikel-antipartikel penyusun tubuh yang berarti tubuh kita bakal lenyap bagian demi bagian. Ternyata, skenario Sang Khalik tidak demikian, alam dibuat asimetri, yakni materi jauh lebih banyak daripada antimateri sehingga kita dapat melangsungkan kehidupan secara "normal".

Alam secara terperinci juga memperlihatkan kesimetrian, tetapi sebagaimana redaksi ayat-ayat timur-barat tidak simetri sempurna. Bumi tidak bundar penuh, melainkan agak pipih di bagian kutub. Planet-planet tidak mengitari Matahari dalam lintasan lingkaran, tetapi elips yang mempunyai derajat kesimetrian lebih rendah daripada lingkaran. Telur ayam maupun itik juga tidak berbentuk bola, tetapi mirip elipsoid yang kesimetriannya lebih rendah daripada bola.

Sekarang, kembali pada Surah Al-Nahl (16): 48 dan fokus pada implikasi frasa

مَا خَلَقَ اللّٰهُ مِنْ شَيْءٍ يَّتَفَيَّؤُا ظِلٰلُهٗ عَنِ الْيَمِيْنِ وَالشَّمَاۤىِٕلِ

Suatu benda yang diciptakan Allah, bayang-bayangnya berbolak-balik ke kanan dan ke kiri.

Ayat ini sangat unik, seperti disinggung di awal, tidak menggunakan kaidah umum bagi *tawabik* dengan huruf *athaf,* yaitu *isim* pertama dan kedua berjenis serta berhukum sama. Ayat ini menggunakan dua *isim* dengan sifat tunggal-jamak, *'an al-yamîni wa al-syamâ'il*. Kombinasi yang tidak simetri, paduan yang asimetri.

Di sini tidak akan dibahas penyimpangan kaidah umum *tawabik* dari ayat tersebut, melainkan mencoba memahami implikasi makna yang ditimbulkan. Apakah asimetri ayat ini juga menggambarkan asimetri alam? Bila ya, apa itu?

Syai'in yatafayya'u zhilâluhû (segala sesuatu berbolak-balik bayangannya), menggambarkan fenomena harian yang dapat dilihat dengan mudah oleh setiap orang pada siang hari yang cerah. Tongkat yang ditancapkan tegak di permukaan tanah pada pagi hari akan mempunyai bayangan di sebelah barat tongkat. Bayangan akan semakin pendek seiring dengan hari makin siang atau Matahari makin tinggi, dan terpendek atau bahkan tanpa bayangan ketika tengah hari atau Matahari tepat di atas tongkat. Selanjutnya, bayangan memanjang di sebelah timur batang, terus memanjang sampai kemudian menghilang ketika Matahari tenggelam di ufuk barat. Fenomena yang senantiasa berlangsung pada siang hari yang cerah.

Ayat ini menggunakan redaksi kanan-kiri yang berarti terkait dengan posisi relatif seseorang. Bila seseorang menghadap ke utara, sebelah kanannya adalah timur dan sebelah kirinya adalah barat. Sebaliknya jika seseorang menghadap ke selatan.

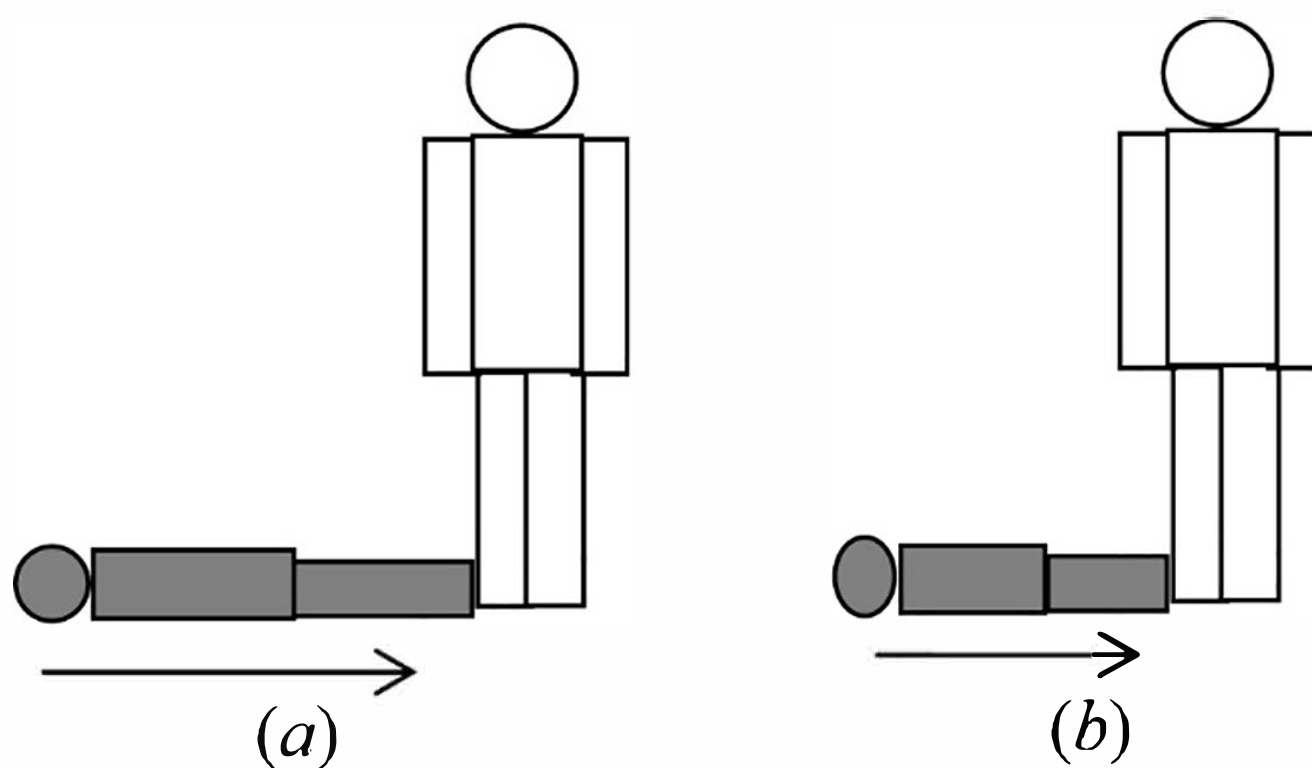
Selain asimetri, ayat ini juga menggunakan huruf *jar 'an* عن (dari), bukan *ilâ* إلى (ke), yaitu

مِنْ شَيْءٍ يَتَفَيَّؤُا ظِلٰلُهُ عَنِ الْيَمِيْنِ وَالشَّمَائِلِ

bukan

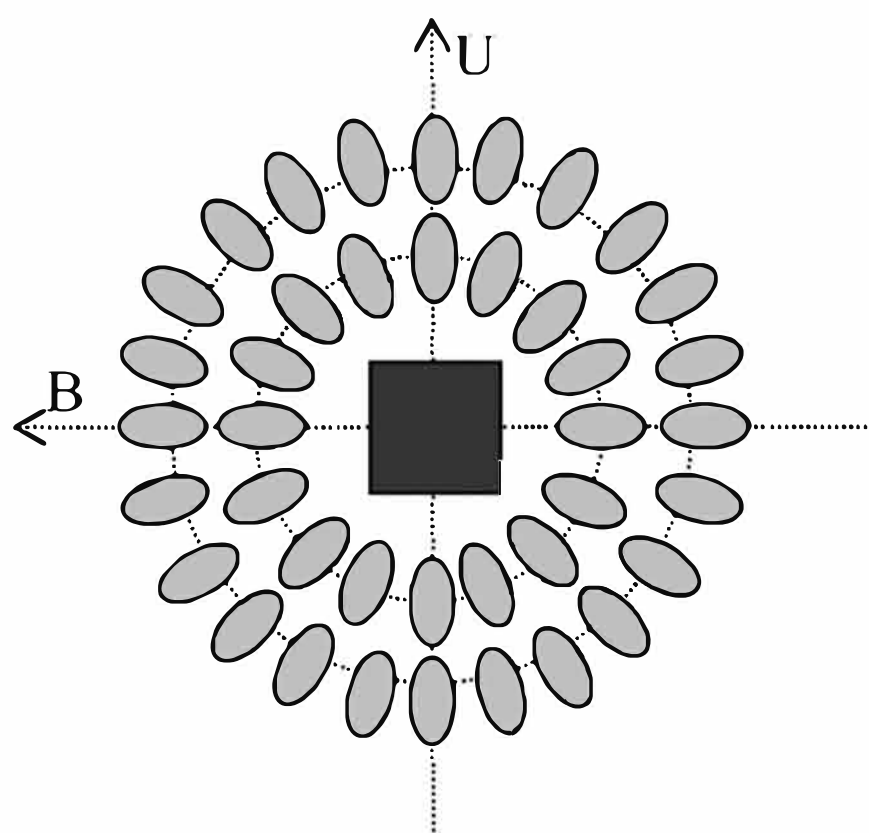
مِنْ شَيْءٍ يَتَفَيَّؤُا ظِلٰلُهُ إِلَى الْيَمِيْنِ وَالشَّمَائِلِ

Bayangan berbolak-balik dari kanan dan kiri-kiri, bukan bayangan berbolak-balik ke kanan dan kiri-kiri. Kalimat ini mempunyai implikasi bahwa bayangan memendek bukan memanjang karena bayangan berbalik *dari* bukan *ke*.

Bayangan berbalik dan memendek dari kanan berarti orang pemilik bayangan berdiri menghadap selatan. Sebaliknya, bayangan berbalik dan memendek dari kiri berarti bayangan dari orang yang

Gambar 12 Bayangan (a) Pagi, (b) Siang

berdiri menghadap utara. Ayat terkait menyebutkan satu bayangan dari kanan dan banyak bayangan dari kiri. Satu bayangan pasti dari satu objek, sedangkan banyak bayangan dapat berasal dari satu objek dengan banyak sumber cahaya atau dari banyak objek dengan satu sumber cahaya. Karena sumber cahaya hanya satu, yaitu Matahari, objek dalam hal ini adalah orang harus banyak. Dengan demikian, menurut pemahaman teks ayat tersebut terdapat satu orang menghadap selatan dan banyak orang menghadap utara.

Di dalam Islam, setiap Muslim dewasa di mana pun berada wajib shalat menghadap kiblat, Ka'bah. Karena itu, kita jadikan Ka'bah ini sebagai acuan. Pertanyaannya, apa arti satu orang menghadap ke selatan dan banyak orang menghadap ke utara? Mengapa sampai terjadi distribusi asimetri satu-banyak seperti itu?

Acuan bagi pembagian posisi sebelah utara dan selatan Ka'bah adalah Ka'bah itu sendiri dan garis timur-barat yang melintasi Ka'bah. Dari Gambar 13 tampak bahwa jumlah orang di utara dan di selatan Ka'bah adalah sama

Gambar 13 Ruku' Menghadap Arah Ka'bah

sehingga mestinya bayangan dari kanan dan kiri juga sama banyak. Namun, Al-Quran menyatakan bayangan kiri ada banyak, sedangkan bayangan kanan hanya satu.

Pada bab terdahulu telah dibahas bahwa garis timur-barat pada permukaan Bumi diwakili oleh ekuator dan garis-garis yang sejajar yang tidak lain adalah garis lintang. Garis ekuator membagi Bumi menjadi dua bagian yang sama, yaitu bagian utara dan bagian selatan. Jika Ka'bah berada di ekuator, berarti Ka'bah berada tepat di tengah permukaan Bumi sehingga kemungkinan jumlah orang yang menghadapnya dari sebelah utara dan selatan akan sama.

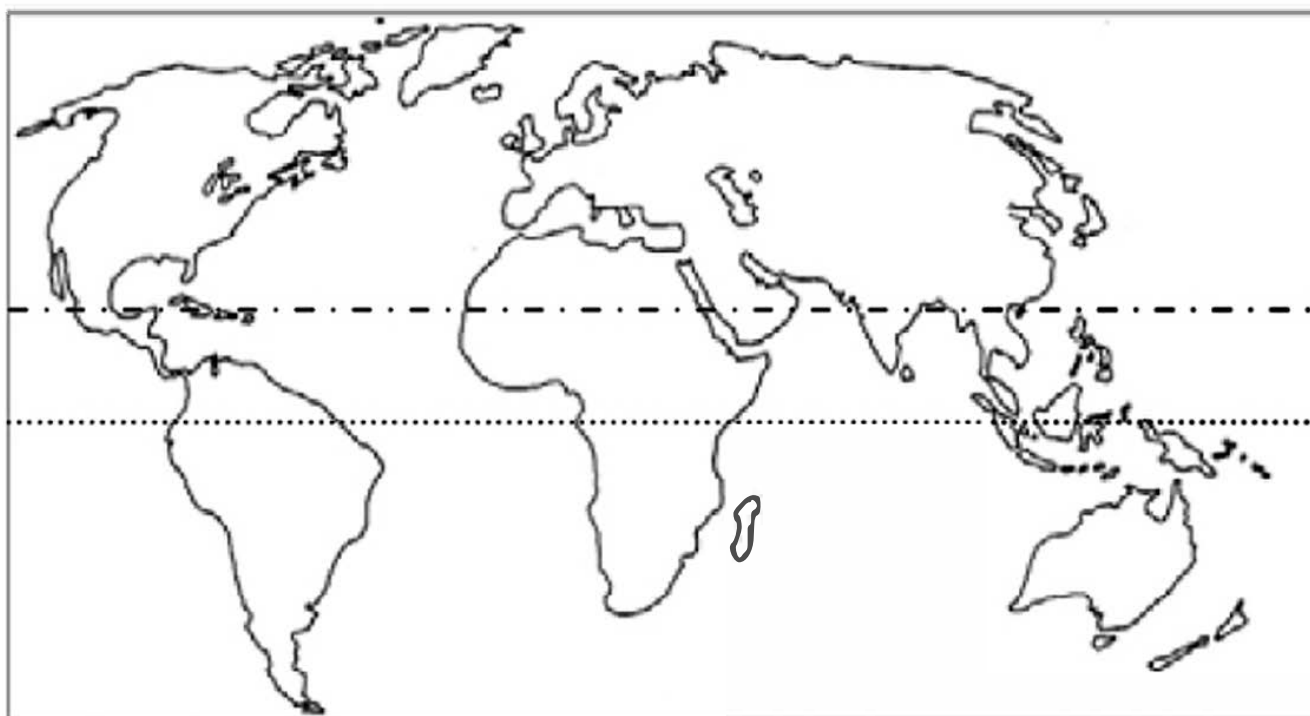
Isyarat bahwa hanya satu orang menghadap selatan dan banyak orang menghadap utara mengindikasikan adanya tempat yang memungkinkan lebih banyak orang menghadap utara dibandingkan dengan menghadap selatan. Hal ini dapat dipenuhi jika posisi Ka'bah tidak di ekuator, melainkan digeser ke utara, ke lintang utara, atau daratan terhuni lebih banyak di selatan daripada di utara.

Posisi Ka'bah ternyata pada koordinat (39°49'33,57" T, 21°25'21,06" U) yang berarti di sebelah utara ekuator. Kita juga tahu lintang maksimum lintasan Matahari adalah 23,5° lintang utara maupun selatan.

Pada posisi Ka'bah seperti ini, orang shalat di sebelah selatan Ka'bah jauh lebih banyak dibandingkan dengan orang di sebelah utaranya. Banyak atau jamak dalam bahasa Arab merujuk pada jumlah lebih dari dua, yaitu tiga, empat, dan seterusnya. Satu-banyak bisa berarti perumpamaan dan rasio antara jumlah Muslim di sebelah utara dan di sebelah selatan lintang Ka'bah.

Gambar 14 Asimetri Posisi Ka'bah

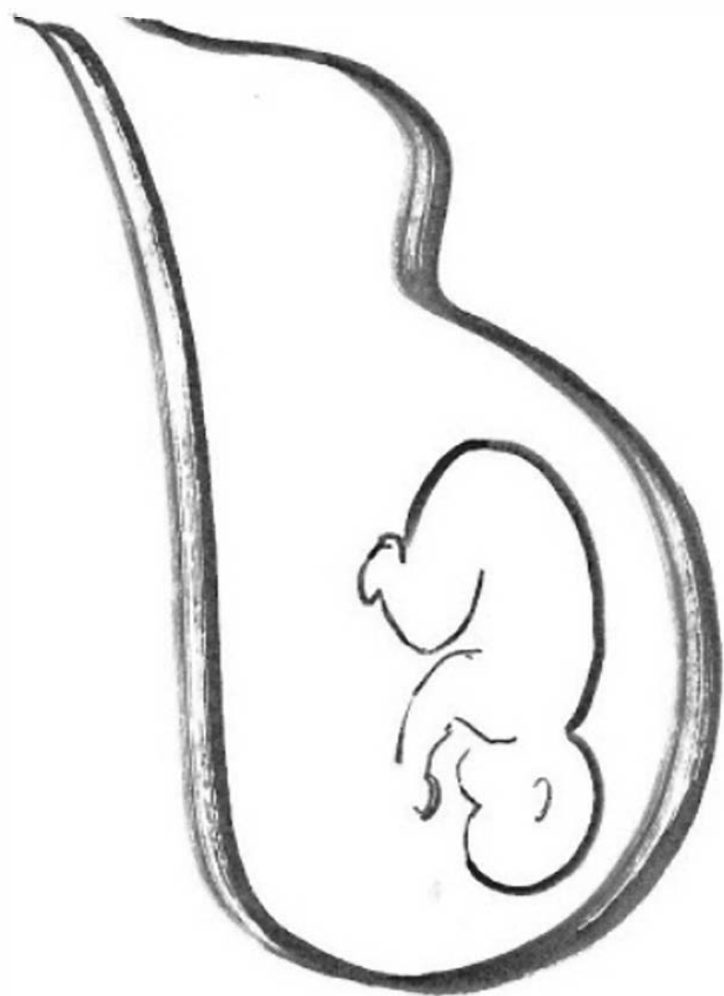
Seperti telah disinggung, Bumi sendiri tidak sepenuhnya bundar, melainkan agak pipih di kedua kutubnya. Artinya, Bumi tidak

simetri penuh, tetapi simetri dengan derajat lebih rendah daripada bola. Detail Bumi bahkan dapat dikatakan sama sekali tidak simetri, baik ukuran daratan-lautan maupun formasi daratannya itu sendiri. Posisi Ka'bah sebagai kiblat orang Islam juga tidak simetri dari sisi pembagian lintang Bumi.

Gambar 15 Ekuator dan Lintang Ka'bah

Ketetapan Alam

Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran. (QS Al-Qamar [54]: 49)

Apa yang dimaksud كُلَّ شَىْءٍ (segala sesuatu) dalam ayat ini? Ia merujuk pada berbagai hal, sangat luas sehingga perlu informasi lebih lanjut.

Allah mengetahui apa yang dikandung oleh setiap perempuan, apa yang kurang sempurna dan apa yang bertambah dalam rahim. Dan segala sesuatu ada ukurannya di sisi-Nya. (QS Al-Ra'd [13]: 8)

Gambar 1 Dalam Kandungan
sumber: rahmangunawanqu.blogspot.com

Mungkinkah sesuatu tersebut hanya dibatasi oleh sesuatu yang berada dalam rahim seorang wanita?

Sepertinya tidak. Ayat berikut menyatakan bahwa setiap sesuatu dapat diartikan sebagai sesuatu yang tumbuh di Bumi.

Dan Kami telah menghamparkan bumi dan Kami pancangkan padanya

gunung-gunung serta Kami tumbuhkan di sana segala sesuatu menurut ukuran. (QS Al-Hijr [15]: 19)

Gambar 2 Rice Cooker
sumber: www.jewelry-boxs.com/catalog

Jadi, sesuatu tersebut bukan hanya yang berada dalam rahim wanita. Akan tetapi, mungkin wanitalah yang menjadi padanan atas "sesuatu yang berukuran" dalam ayat tersebut. Seorang ibu menanak nasi setiap pagi. Ia tahu betul ukuran beras dan airnya. Tidak lebih ataupun kurang, harus sebanding dan setimbang. Bila kurang air, nasi menjadi keras dan tidak matang. Bila terlalu banyak air, nasi akan menjadi bubur.

Sesuatu tersebut lebih dari sekadar yang dikandung seorang wanita, juga bukan apa yang tumbuh dari Bumi. Lebih dari keduanya, termasuk yang berada di ruang angkasa.

Dan tidak ada sesuatu pun, melainkan pada sisi Kamilah khazanahnya; Kami tidak menurunkannya, melainkan dengan ukuran tertentu. (QS Al-Hijr [15]: 21)

Bahkan lebih dari sekadar hal yang bersifat materi, melainkan juga nonmateri, ruhaniah.

وَيَرْزُقْهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ ۚ وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ ۚ إِنَّ اللَّهَ بَالِغُ أَمْرِهِ ۚ قَدْ جَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا ﴿٣﴾

Dan Dia memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangkanya. Dan barang siapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah

mencukupkan (keperluan)-nya. Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan-Nya. Sungguh, Allah telah mengadakan ketentuan bagi tiap-tiap sesuatu. (QS Al-Thalâq [65]: 3)

Segala sesuatu; langit, Bumi, yang ada di langit, yang ada di dalam dan di permukaan Bumi, yang ada di antara keduanya, yang tampak oleh mata maupun tidak, semuanya mempunyai ukuran tertentu. Surah Al-Hijr (15): 19 menggunakan istilah مَوْزُونٌ, merupakan *isim maf'ul* dari وَزَنَ (menimbang) yang berarti yang ditimbang, yang sesuai timbangan, perbandingan, rasio, atau proporsi yang pas atau tepat.

Sebuah fenomena menarik terjadi pada 2010. Hampir sepanjang tahun, Pulau Jawa mengalami musim hujan tanpa kemarau. Akibatnya, banyak tanaman, seperti padi, jagung, kedelai, tembakau, kacang-kacangan, mendapatkan air berlebih alias tidak pas, tidak sempat panen karena mati terendam air. Hujan sepanjang tahun merupakan kondisi

Gambar 3 Tanaman Rusak
sumber: dias-dwi-jatmiko.blogspot.com

yang tidak normal, bentuk dari perubahan iklim global (*global climate change*). Proporsi normal adalah 6 bulan hujan, 6 bulan kemarau. Karena tidak dalam perbandingan yang sesuai, sebagaimana menanak nasi, tanaman pun rusak.

Segala sesuatu berada dalam ukuran tertentu, dalam perimbangan yang tepat. Perimbangan tersebut harus dinyatakan dalam angka-angka. Singkat kata, segala sesuatu berada dalam timbangan angka-angka tertentu. Pengamatan atas berbagai fenomena alam harus dilakukan untuk membuka tabir perimbangan ini. Temuan pertama tentang perbandingan kuantitatif atas fenomena alam diperoleh Pythagoras sekitar 10 abad sebelum Al-Quran diturunkan. Bilangan adalah segala-galanya, demikian simpulannya. Tentu, temuan itu hanya satu dari sekian banyak *segala sesuatu* yang dimaksud ayat tadi.

Bilangan Alamiah

Ukuran dan takaran telah ditetapkan oleh The Grand Designer, manusia hanya menemukan dan merumuskan. Alam semesta sangat luas dibandingkan dengan sosok manusia, proses penemuan takaran pun berlangsung panjang. Manusia harus terus menelaah alam ciptaan untuk menemukan takaran tersebut.

Salah satu bagian dari takaran tersebut adalah hasil penalaran berikut. Jumlah dua bilangan yang dipangkatkan dengan pola $(1+1/n)^n$ dan n bilangan bulat 1, 2, 3, dan seterusnya. Untuk n = 1, 2, 4, 5, dan 10

$(1+1) = 2$
$(1+1/2)^2 = 2{,}25$
$(1+1/4)^4 = 2{,}44140625$
$(1+1/5)^5 = 2{,}48832$
$(1+1/10)^{10} = 2{,}5937424601$

Lima contoh angka tadi adalah hasil pangkat yang mempunyai nilai eksak, berturut-turut dari paling atas mempunyai satu, tiga, sembilan,

enam, dan sebelas angka. Selain banyaknya angka, perlu diperhatikan juga nilai bilangan yang terus membesar. Dalam urutan, contoh $(1+1/3)^3$ tidak dicantumkan karena 1/3 adalah bilangan rasional yang tidak mempunyai nilai eksak dalam desimal.

Pangkat berikut juga ditampilkan yang mempunyai nilai eksak, bukan nilai pendekatan. Nilai eksak berikut dengan 41 angka.

$(1+1/20)^{20}$ = 2,6532977051444201339454307651519775390625

Nilai eksak dengan 51 angka

$(1+1/25)^{25}$ = 2,6658363314874199930406400339519781528339147548262 4

Nilai eksak dengan 201 angka

$(1+1/100)^{100}$ = 2,7048138294215260932671947108075308336779383827810 0
27768902010491171015143067392794394560143467445909
73356513754835642683125192817668324279804963223296
50055217977882315938008175933291885667484249510001

Nilai eksak dengan 601 angka

$(1+1/200)^{200}$ = 2,7115171229293747985489939701629041265265189286441 1
07952003167196400326434027445672132936578475769114
76661005810375684732378108536732604601258470790763
63845108898389552316150198563164180119779584177808
61325124222655599389859990115533296979322147399348
05195065365565151315129980218926828980282037148147
54670658955888975430798133047750926331699800761381
74891360654403303450110990894100243336653262013463
44332661117568574734808872400274808070840733451211
60488505261425012343399978124481338653181858458664
73800000294835505293600996068013200953330327108873
89716961949626128358659116202034056186676025390625

Nilai telah mencapai 2,7 sekian. Proses dapat dilanjutkan dengan nilai eksak, bukan pendekatan.

Nilai-nilai berikut adalah pangkat yang juga mempunyai nilai eksak, tetapi di sini disebutkan jumlah atau banyaknya angka dengan nilai eksak dan hanya ditampilkan 201 angka paling depan. 201 angka pangkat dengan nilai eksak 1.601 angka.

$(1+1/400)^{400}$ = 2,7148917443812869193244970926575260752591
6018328944797670496209494682217339290395
6083437360132871135586882680933472926134
6640350451875825065178257140132049000854
3116446787595845370322815843924236677863

201 angka dari nilai eksak 1.501 angka

$(1+1/500)^{500}$ = 2,7155685206517259295998493080571813310041
7845431303899709028366987985285749978357
5988047587536373445802596032076808377448
9611512788805230742424946788141915484917
0920086416138033232191183459791281521063

201 angka dari nilai eksak 3.001 angka

$(1+1/1000)^{1000}$ = 2,7169239322358924573830881219475771889643
1501883657280372235477486889494552376815
8997885697298661429053421034015406256924
8594611876176538894577535930833863995720
6353850043265017614448804617104484412181

201 dari nilai eksak 20.001

$(1+1/5000)^{5000}$ = 2,718010050101854046834217106106347488397
7871869953052495657942995979697390948765
1092392940947122292875410353736076428028
0480043043549901573026061937132340598672
7619410996728565330953122438905696497125

201 dari 40.001

$(1+1/10000)^{10000} =$ 2,7181459268252248640376646749131465361138
2264922072081837086587378741977377151396
8473052781477839520139855025233251427278
5125260669489761000345427311879910930676
8498185665582063143430483152591352635090

201 dari 500.001

$(1+1/100000)^{100000} =$ 2,7182682371744896680350648244260464479744
4693267782286300916441984515180433801731
6089139403836951483130921660049190626386
1881972668696982386009808895213388569002
2578846138290687763721220681261044024920

201 dari 6.000.001

$(1+1/1000000)^{1000000} =$ 2,7182804693193768838197997084543563927516
4502668250771294016722646412749029003797
2551475701243321210696947883685806656717
2341788877717473338489571469564153439848
0203341770090128752398287005117392457729

Secara prinsip, perhitungan dapat dilanjutkan. Untuk n besar sekali, yang dalam matematika tidak lagi dinyatakan oleh bilangan tertentu, tetapi dengan sifat tak berhingga (*infinite*) dan simbol ∞, $n \to \infty$ didefinisikan

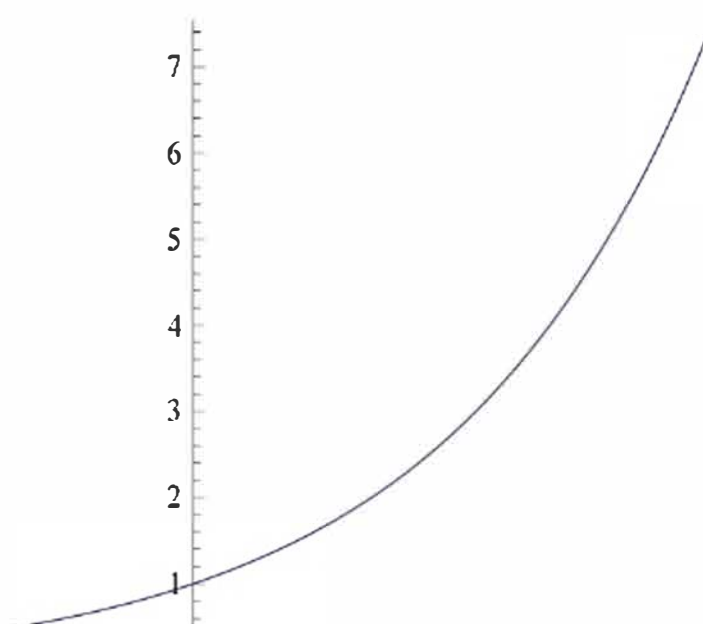
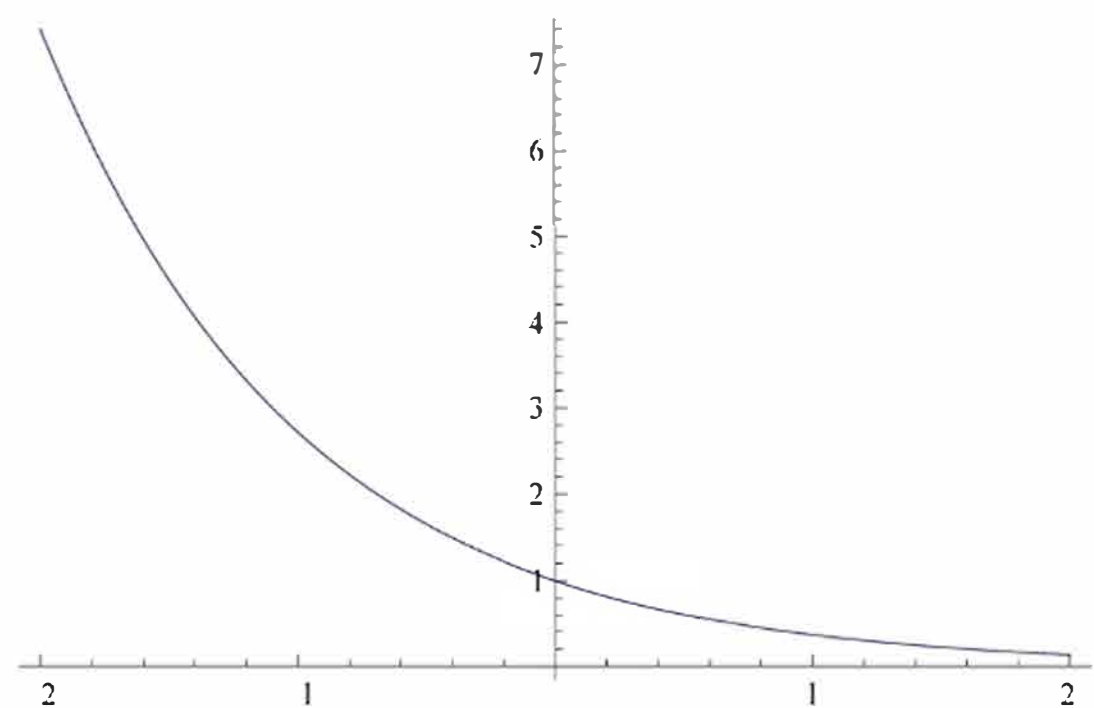
$$(1+1/\infty)^{\infty} = e$$

Dalam 1.001 angka

$e =$ 2,71828182845904523536028747135266249775724709369995
95749669676277240766303535475945713821785251664274
27466391932003059921817413596629043572900334295260
59563073813232862794349076323382988075319525101901
15738341879307021540891499348841675092447614606680
82264800168477411853742345442437107539077744992069

5517027618386062613313845830007520449338265602976067
6737113200709328709127443747047230696977209310141692
9283681902551510865746377211125238978442505695369677
7707854499699679468644549059879316368892300987931277
7736178215424999229576351482208269895193668033182528
2886939849646510582093923982948879332036250944311730
3012381970684161403970198376793206832823764648042953
5311802328782509819455815301756717361332069811250996
9618188159304169035159888851934580727386673858942287
8792284998920868058257492796104841984443634632449684
8487560233624827041978623209002160990235304369941849
4914631409343173814364054625315209618369088870701676
7683964243781405927145635490613031072085103837505101
0115747704171898610687396965521267154688957035035

Bilangan ini dikenal sebagai bilangan alamiah (*natural number*). Tampak bahwa uraian $(1+1/100)^{100}$ baru sama di dua angka pertama 2,7; $(1+1/5000)^{5000}$ di empat angka pertama 2,718; $(1+1/100000)^{100000}$ di lima angka 2,7182; dan $(1+1/1000000)^{1000000}$ di enam angka pertama 2,71828.

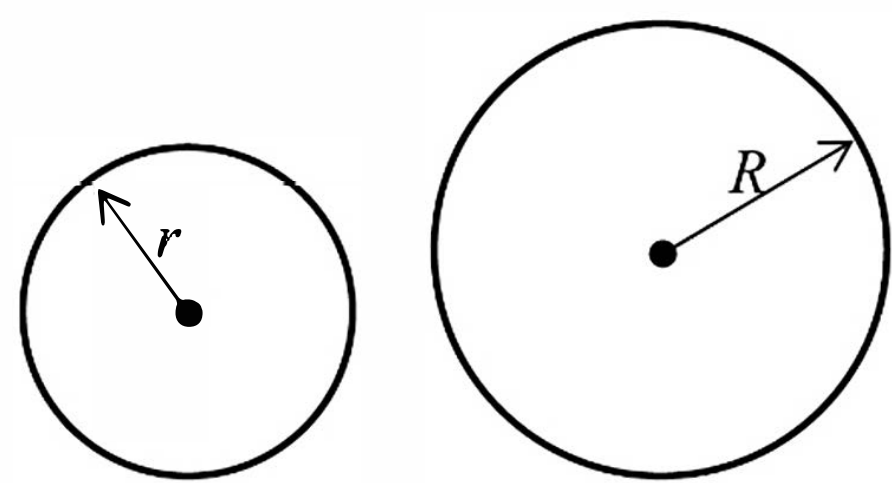
Fungsi bilangan alamiah pangkat *x*, e^x, mempunyai plot grafik

Fungsi invers-nya $e^{-x} = 1/e^x$ mempunyai grafik tertukar kanan-kiri

Gambar 5 Grafik Fungsi $1/e^x$

Fungsi bilangan alamiah pangkat *x* ini mempunyai sifat menarik, yaitu fungsi derivatif sama dengan fungsi integral dan sama dengan fungsi itu sendiri.

Fungsi yang mempunyai sifat istimewa ini seharusnya mewakili atau terkait dengan fenomena alam tertentu. Sayang sekali jika ungkapan matematis yang sederhana dan indah ini tidak mempunyai hubungan dengan gejala alam sebab hanya akan tinggal di pikiran manusia sebagai objek matematis belaka.

Fenomena alam yang terkait dengan bilangan alamiah adalah fenomena peluruhan inti radioaktif. Inti radioaktif uranium 238 meluruh menjadi inti torium 234 dan partikel alfa atau inti helium. Akibat peluruhan, inti atom radioaktif akan berkurang dari waktu ke waktu, dan pola berkurangnya mempunyai bentuk grafik Gambar 5. Dalam gejala peluruhan ini dikenal istilah waktu paruh bagi inti atom radioaktif yang berarti selang waktu ketika jumlah inti atom radioaktif tinggal setengah dari jumlah semula.

Gambar 6 Lingkaran

Inti radioaktif torium 228 mempunyai waktu paruh 1,9 tahun, meluruh menjadi radium

224 dan partikel alfa. Artinya, jika sekarang terdapat 10 kg inti radioaktif torium, 1,9 tahun ke depan jumlah radioaktif tersebut tinggal 5 kg. Selanjutnya, radium 224 meluruh menjadi radon 220 dan partikel alfa dengan waktu paruh 3,6 hari. Radon 220 sendiri meluruh menjadi polonium 216 dan partikel alfa dengan waktu paruh 54,5 detik. Sebagai ujung rantai peluruhan, polonium 216 meluruh menjadi plumbum 212 dan partikel alfa dengan waktu paruh 0,16 detik.

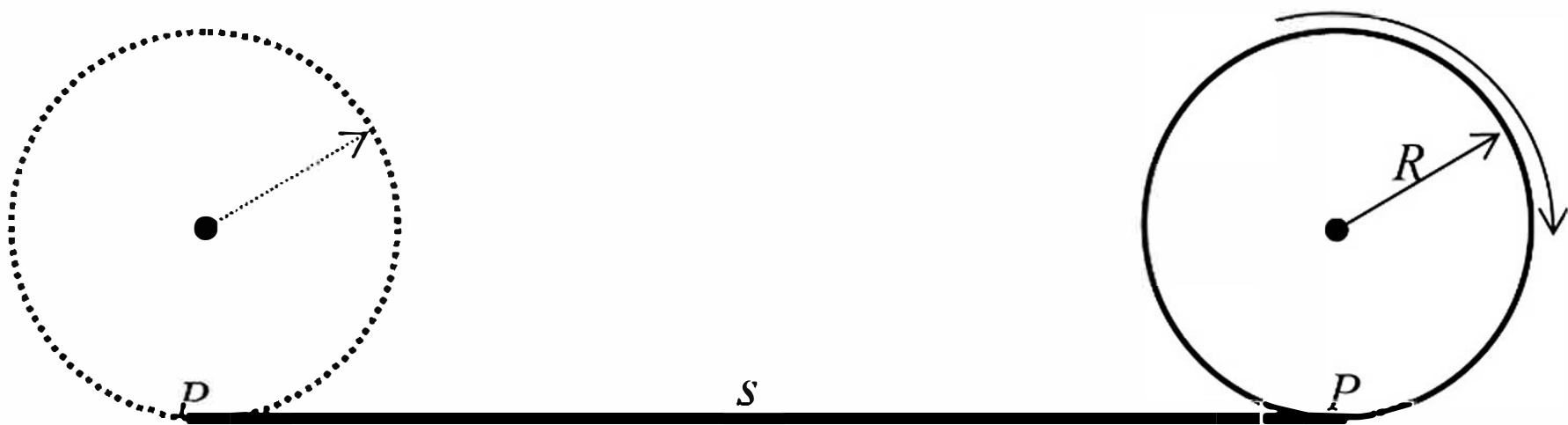
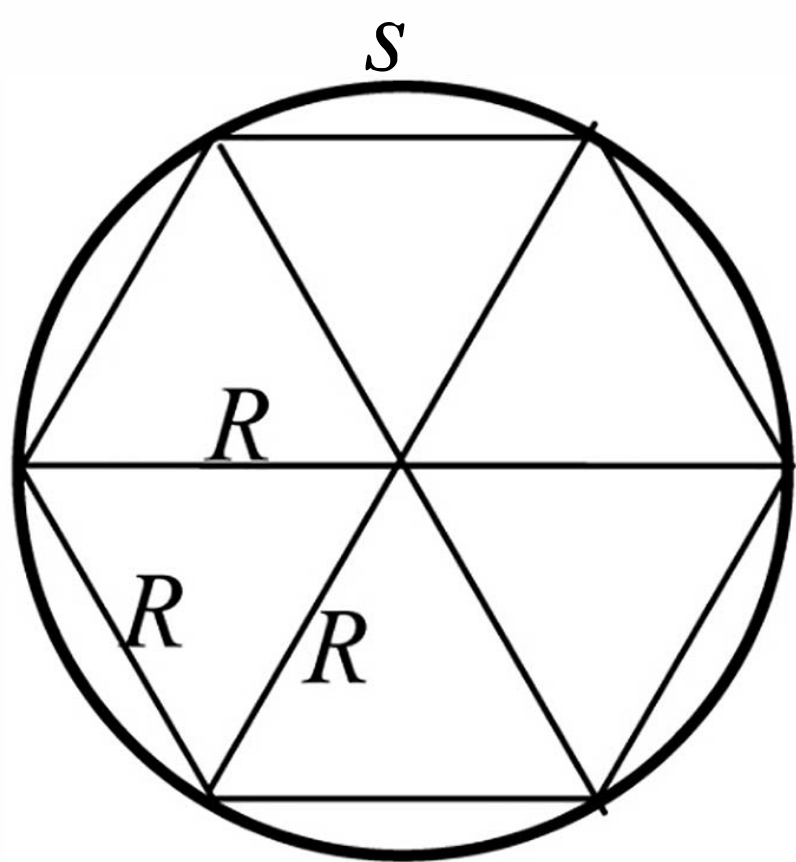
Tetapan *Pi*

Orang dengan berbagai cara dapat menggambar lingkaran dan membuat tabung dengan panjang jari-jari tertentu.

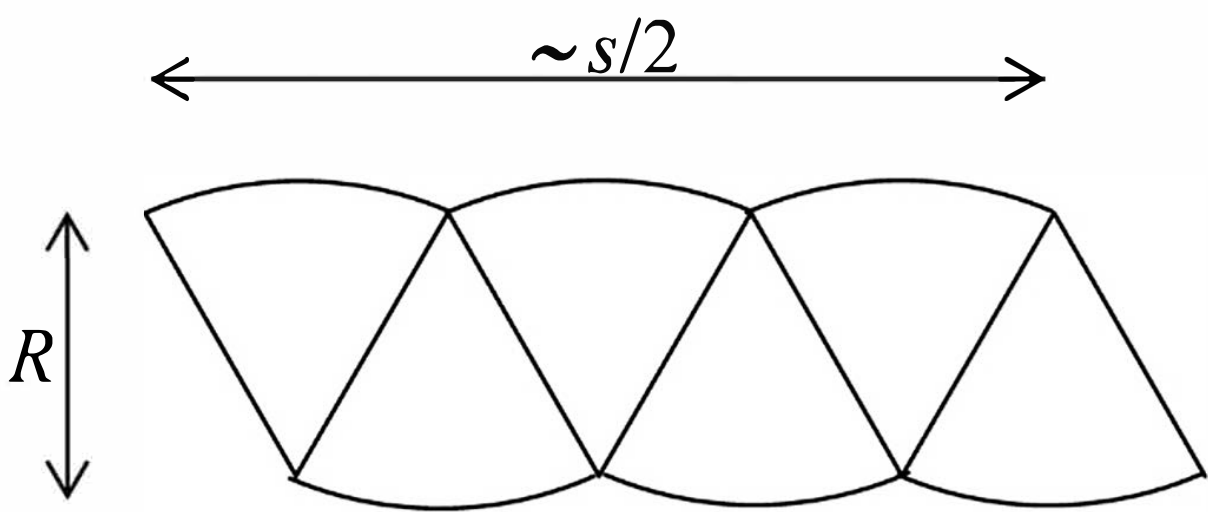
Setelah dapat menggambar dengan baik dan tepat, orang dapat bertanya tentang sifat dan besaran yang mungkin dimiliki oleh lingkaran. Pertanyaan pertama adalah bagaimana hubungan antara jejari R dengan panjang keliling lingkaran.

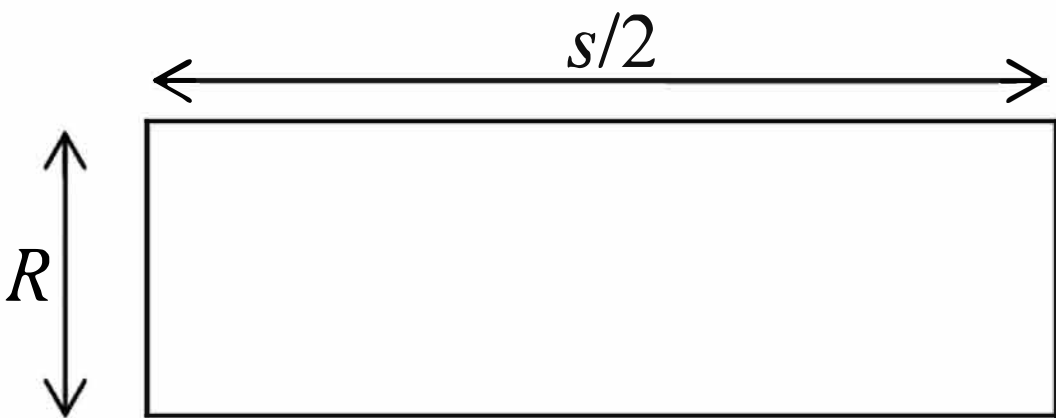
Gambar 7 Keliling Lingkaran

Upaya yang relatif mudah adalah menggelindingkan silinder pada permukaan bidang datar. Setelah satu putaran penuh, titik P di dasar silinder kembali berada di dasar silinder.

Tetapan yang dicari disebut *pi* (π), adalah perbandingan antara s dan diameter lingkaran $2R$, $\pi = s/2R$. Orang dapat membuat tabel panjang s dan diameter $d = 2R$ untuk beberapa jejari lingkaran.

Gambar 8 Keliling Lingkaran

Gambar 9 Keliling Lingkaran

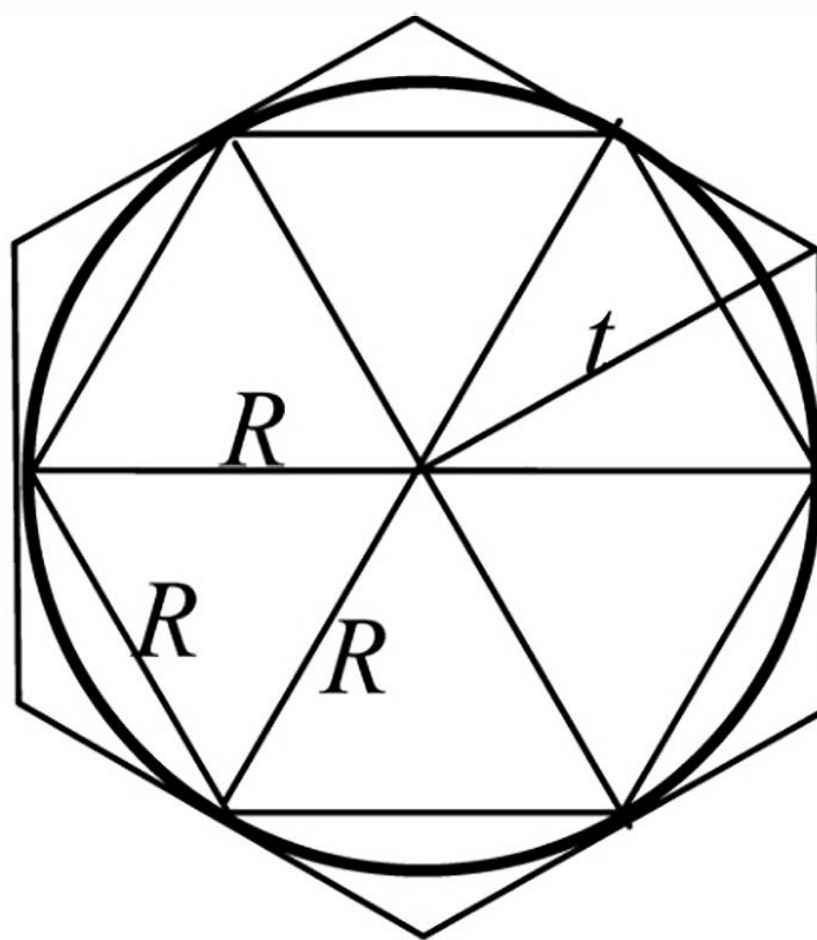
Sekarang, perhatikan taksiran teoretis bagi *pi* ini dengan membuat enam segitiga sama sisi. Dari Gambar 9 diperoleh bahwa keliling lingkaran lebih besar dari 6 kali jejari, $s = 2R\pi > 6R$, sehingga π lebih besar dari 3, $\pi > 3$.

Jika enam potongan lingkaran disusun berderet diperoleh perkiraan luas $L \approx sR/2$.

Gambar 10 Luas Enam Potong Lingkaran

Untuk pembagian besar sekali, tak berhingga, panjang mendekati $s/2$ dan lebar mendekati R, sehingga $L = sR/2 = \pi R^2$.

Gambar 11 Luas Lingkaran

Selanjutnya, buat heksagon dengan sisi-sisi t yang meliputi lingkaran, luas segitiga sama sisi dari bagian heksagon adalah $Rt/2$. Luas heksagon luar $2\sqrt{3}R^2 > \pi R^2$ atau $\pi < 2\sqrt{3}$. Oleh karena itu, untuk pendekatan heksagon diperoleh selang $3 < \pi < 2\sqrt{3}$ (=3,464).

Selang akan menyempit jika dibuat 12 segitiga sama kaki. Untuk evaluasi keliling memberikan batasan bawah $3\sqrt{3}(\sqrt{3}-1) \approx 3{,}1058 < \pi$. Sedangkan luas 12 segitiga luar memberikan batas atas $\pi < 6\sqrt{2}(\sqrt{3}-1)/\sqrt{(2+\sqrt{3})} \approx 3{,}2154$. Dengan demikian, 12 segitiga sama kaki memberi selang $3{,}1058 < \pi < 3{,}2154$.

Sisi poligon dapat terus diperbesar dari 12 menjadi 24, 48, 96, 192, dan 384. Untuk poligon dengan 384 sisi, Arayabatha pada 499 M mendapatkan $\pi = \sqrt{98694}/100 = 3{,}14156$. Sebelumnya, seorang pemikir Hindu, Siddharta, pada 380 M mendapatkan $\pi = 3177/1250 = 3{,}1416$. Selain pemikir Hindu, Yunani, Mesir maupun Babilonia juga telah melakukan penghitungan bagi tetapan lingkaran π, tetapan yang sering kita gunakan dengan nilai pendekatan 22/7.

Gambar 12 Keliling Lingkaran

Ilmu dan Teknologi Bahan: Besi Cor

"Berilah aku potongan-potongan besi!" Hingga ketika (potongan) besi itu telah (terpasang) sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, dia (Zulkarnain) berkata, "Tiuplah (api itu)!" Ketika besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atas (besi panas itu)." (QS Al-Kahf [18]: 96)

Z*ubratun J zubarun* زبرة ج زبر (potongan), *al-hadîdu* الْحَدِيدُ (besi); *shadafun J ashdâfun* صدف ج أصداف (kulit mutiara, kerang). *Anfakhû* أنفخوا adalah *fi'il amr* dari *nafakha-yanfukhu-nafkhan* نفخ – ينفخ – مفخا (meniup), *nârun* نار (api). *Farragha-afragha* فرغ – أفرغ (mencurahkan, menuangkan); *qithrun* قطر (sebangsa tembaga, tembaga lumer atau cair).

Al-Quran juga memuat sejarah yang memaparkan garis besar proses suatu teknologi. Mari, kita simak kembali ayat tadi. Ayat tersebut bercerita tentang Zulkarnain yang berusaha menyelamatkan penduduk dari gangguan Ya'juj dan Ma'juj. Penyelamatan dilakukan Zulkarnain dengan membangun dinding kokoh di celah antara dua dinding tinggi.

Ayat ini menggambarkan teknik tertentu, tepatnya teknik pengecoran lengkap dengan bahan dasarnya. Teknik yang digambarkan ayat ini memuat dua unsur atau bahan; *al-hadîd* dan *qithrun*, dua keadaan; *sâwâ baina al-shadafaini* dan *nârun*, serta dua proses; *anfakhû* dan *ufrigh*. Tujuan pengecoran, dalam kasus ayat ini, memperoleh logam paduan besi-tembaga yang lebih kuat daripada logam besi murni dan kokoh

sebagai benteng pembatas dusun. Karena bersifat teknis operasional, proses ini tidak terkait dengan keyakinan tertentu, termasuk Islam.

Beberapa pertanyaan dapat dikemukakan terkait dengan pemahaman dan penjabaran makna ayat ini. Pertanyaan-pertanyaan ini tidak terkait dengan pemahaman metafisis yang berpengaruh pada keyakinan seseorang, melainkan pertanyaan-pertanyaan fenomenologis observabel, seperti:

- Berapa ukuran potongan-potongan besi?
- Berapa suhu cair atau leleh besi?
- Apakah suhu cair besi bergantung pada ukurannya?
- Terbuat dari bahan apa tungku untuk memanaskan potongan besi?[1]
- Apa bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan potongan besi?
- Berapa suhu cair tembaga?
- Berapa rasio antara besi dan tembaga?
- Berapa lama pencampuran besi dan tembaga sebelum dikeluarkan dari tungku?
- Logam campuran selanjutnya diapakan? Apakah dikeluarkan dari tungku?
- Apakah pencampuran dapat dilakukan terhadap bahan selain besi-tembaga?
- Setelah pencampuran selesai, bahan campuran diapakan?
- Bahan apa saja yang dapat dicampur?
- Perubahan sifat apa yang diperoleh setelah bahan dicampur?

Karena pertanyaan-pertanyaan tadi bersifat teknis-fenomenologis, jawaban-jawabannya juga demikian. Tidak memerlukan jawaban dan bahasan metafisis. Jawaban atas serangkaian pertanyaan tadi akan membentuk satu kerangka teori tentang bahan dan teknologi pem-

1 Pertanyaan ini terkait dengan suhu cair bahan tungku yang harus lebih tinggi daripada suhu cair besi.

prosesannya. Karena sifatnya yang teknis dan fenomenologis, rumusan teori dapat dibuat sama sejak awal.

Teknologi pemprosesan bahan, khususnya logam, telah dikenal sejak lama. Para raja dari Mesir kuno dan Romawi telah menggunakan bahan logam sebagai peralatan perang, baik untuk senjata maupun baju perang. Al-Quran merekam bagaimana Nabi Daud a.s. menggunakan baju besi sebagai perlengkapan perangnya.

Dan sungguh, telah Kami berikan kepada Daud karunia dari Kami. (Kami berfirman), "Wahai gunung-gunung dan burung-burung! Bertasbihlah berulang-ulang bersama Daud," dan Kami telah melunakkan besi untuknya, (yaitu) buatlah baju besiyang besar-besar dan ukurlah anyamannya; dan kerjakanlah kebajikan. Sungguh, Aku Maha Melihat apa yang kamu kerjakan. (QS Saba' [34]: 10-11)

Pada bab termonuklir telah diuraikan *lâna-yalînu-lînan-lînatan-layânan* ليانا – لينة – لينا – يلين – لان (lembut, lunak). *Layyana-alâna* ألان – لين (melembutkan, menunakkan). *Sabagha-yasbughu-subûghan* سبوغا – يسبغ – سبغ (lapang, makmur). *Sâbighun* سابغ adalah *isim fa'il* dari *sabagha* (yang lapang, yang besar). *Sâbighun* dapat diartikan baju besi yang luas.

Karena proses yang dikisahkan merupakan proses yang sudah lama dilakukan manusia dan dapat diamati secara langsung, jawaban atas beberapa pertanyaan tadi relatif mudah didapat. Konsepsi atas jawaban dari pertanyaan-pertanyaan sebelumnya serta pertanyaan baru yang muncul akan melahirkan suatu teori tentang bahan dan teknologinya.

Klasifikasi Bahan

Manusia telah mengenal dan berusaha mengklasifikasi aneka bahan yang ditemukan di sekitarnya sejak lama, jauh sebelum Al-Quran turun. Surah Al-Kahf (18): 96 hanya menyebut dua jenis logam, yaitu *al-hadîd* (besi) dan *qithrun* (tembaga). Lebih spesifik lagi, *zubaru al-hadîd* زبرالحديد adalah potongan atau gelondongan besi yang dapat diartikan serpihan, butiran, bijih, atau serbuk besi. Sedangkan *al-qithru* menurut kamus adalah tembaga cair. Karena cair, tembaga dalam kasus ini pasti tembaga panas, bukan tembaga bertemperatur kamar.

Sekarang, kita tahu bahwa bahan di alam dapat diklasifikasi menjadi tiga, yaitu unsur, senyawa, dan campuran. **Unsur** adalah zat murni yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain yang lebih sederhana. Daftar unsur yang dikenali saat ini telah disusun secara sistematis di dalam Tabel Periodik seperti Gambar 1. Dari sudut pandang besi dan tembaga, unsur dapat diklasifikasi menjadi tiga kelompok besar: logam, non-logam, dan semilogam (metaloid).

Senyawa adalah zat yang merupakan gabungan dari beberapa unsur yang diperoleh dari reaksi kimia. Sebagai contoh, karat besi (hematit) mempunyai formula kimia Fe_2O_3 dihasilkan dari reaksi besi dengan oksigen. Senyawa mempunyai sifat yang berbeda dari unsur-unsur penyusunnya. Meskipun demikian, senyawa dapat diuraikan menjadi unsur-unsur penyusunnya. Selain itu, senyawa juga dapat mempunyai bentuk yang berbeda dari unsur penyusunnya. Air yang berwujud cair merupakan senyawa yang tersusun dari gas oksigen dan gas hidrogen.

Campuran merupakan gabungan dari dua zat atau lebih dan masih mempunyai sifat yang sama dengan zat penyusunnya. Misalnya, campuran antara air dan gula menghasilkan air gula, yaitu cairan yang mempunyai rasa manis. Campuran dapat berupa gabungan unsur, senyawa, atau keduanya. Seperti halnya senyawa, campuran juga dapat dipisahkan menjadi zat-zat penyusunnya, misalnya, dengan penyaringan.

Gambar 1 Tabel Periodik: Unsur Logam di Kiri Baris B, Si, Ge, As, Sb, Te, dan Po

Logam

Sebagaimana telah dipaparkan sebelumnya, unsur dapat dibagi menjadi logam, nonlogam, dan semilogam. Logam yang umumnya diberi akhiran *ium*, mempunyai sifat dapat dibengkokkan, mengilap, menghantar panas dan listrik, serta mempunyai titik didih tinggi. Sifat sebaliknya terjadi pada unsur nonlogam.

Logam (metal) yang berasal dari bahasa Yunani, *metallon,* adalah unsur kimia yang siap membentuk ion (kation) dan memiliki ikatan logam. Sedangkan metaloid yang terdiri dari dua kata dari bahasa Yunani, *metallon* (logam) dan *eidos* (mirip), adalah unsur yang mempunyai sifat antara logam dan nonlogam. Sulit membedakan antara logam dan metaloid. Namun, perbedaan utamanya, metaloid adalah semikonduktor, sedangkan logam adalah konduktor. Ada tujuh unsur yang dikelompokkan sebagai metaloid, yaitu boron (B), silikon (Si), germanium (Ge), arsenik (As), antimonium (Sb), telurium (Te), dan polonium (Po).

Dalam Tabel Periodik Gambar 1, kelompok metaloid membentuk garis diagonal dari boron ke polonium, memisahkan unsur logam dari

nonlogam. Unsur di kiri bawah garis diagonal adalah logam; unsur di kanan atas adalah nonlogam.

Di alam semesta, jumlah unsur nonlogam lebih banyak dibandingkan dengan unsur logam meskipun pada Tabel Periodik jenis unsur logam lebih banyak daripada nonlogam. Beberapa logam terkenal, antara lain besi, aluminium, tembaga, emas, timah, perak, titanium, uranium, dan zink.

Besi merupakan logam yang berasal dari tambang bijih besi yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam Tabel Periodik, besi mempunyai simbol **Fe** dan nomor atom 26. Besi tercatat sebagai logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal ini disebabkan besi cukup berlimpah di kulit bumi, pengolahan besi relatif mudah dan murah, serta besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi. Meskipun demikian, besi juga mempunyai kelemahan, yaitu mudah berkarat atau korosi.

Logam berikutnya yang mudah dibentuk adalah **aluminium**. Aluminium murni, logam putih keperak-perakan, memiliki karakteristik ringan dan tidak bersifat magnetik. Orang-orang Yunani dan Romawi kuno menggunakan aluminium sebagai cairan penutup pori-pori dan bahan penajam proses pewarnaan. Dalam Tabel Periodik, aluminium ditulis dengan simbol **Al** dan mempunyai nomor atom 13.

Tembaga berasal dari bahasa Latin *Cuprum*. Dalam Tabel Periodik, tembaga ditulis dengan simbol **Cu** dan mempunyai nomor atom 29. Tembaga berwarna kemerah-merahan, sangat mudah dibentuk, lunak, dan merupakan penghantar panas dan listrik yang baik. Selain itu, tembaga juga memiliki korosi yang lambat. Tembaga kadang ditemukan secara alami, misal, dalam mineral-mineral, seperti *cuprite*, *malachite*, *azurite*, *chalcopyrite*, dan *bornite*. Deposit bijih tembaga banyak ditemukan di Amerika Serikat, Cile, Zambia, Zaire, Peru, dan Kanada.

Emas merupakan logam transisi yang lembek, mudah ditempa dan dibentuk, mengilap, kuning, dan berat. Logam ini melebur dalam bentuk cair pada temperatur 1.000 derajat Celcius. Emas tidak bereaksi

akan zat kimia lainnya, tetapi dapat terserang klorin, fluorin, dan akua region. Logam yang mempunyai simbol **Au**, kependekan dari bahasa Latin *Aurum*, dan nomor atom 79 ini digunakan sebagai standar keuangan di banyak negara, juga digunakan sebagai perhiasan dan bahan elektronik. Emas diduga sebagai logam paling awal yang digunakan manusia. Hal itu disebabkan emas mudah didapatkan secara bebas, banyak ditemukan di gua-gua di Spanyol pada masa Paleolitikum sekitar 40.000 SM.

Perak adalah unsur kimia dengan simbol **Ag** dari bahasa Latin *Argentum* dan bernomor atom 47. Perak merupakan logam transisi lunak, putih, mengilap, dan mempunyai konduktivitas listrik dan panas tertinggi di antara seluruh logam dan terdapat di mineral dan dalam bentuk bebas. Logam ini digunakan untuk koin, perhiasan, peralatan meja, dan fotografi.

Perak sedikit lebih keras dibandingkan dengan emas, tetapi juga sangat lunak dan mudah dibentuk, terkalahkan hanya oleh emas dan, mungkin, paladium. Elemen ini sangat stabil di udara murni dan air, tetapi langsung ternoda ketika diekspos pada ozon, hidrogen sulfida, atau udara yang mengandung belerang. Dalam catatan sejarah diperoleh bahwa manusia telah mempelajari pemisahan perak dari logam lain, yaitu timah, sejak 3.000 SM.

Logam berikutnya adalah **timah** yang mempunyai simbol **Sn,** kependekan dari bahasa Latin *Stannum*, dengan nomor atom 50. Timah merupakan logam keputih-putihan, dapat ditempa, tidak mudah teroksidasi dalam udara sehingga tahan karat, ditemukan dalam banyak aloi, dan digunakan untuk melapisi logam lainnya untuk mencegah karat. Timah diperoleh, terutama, dari mineral *cassiterite* yang terbentuk sebagai oksida.

Logam terakhir yang diperkenalkan di sini adalah **nikel**, unsur kimia dengan simbol **Ni** dan nomor atom 28. Nikel berwarna putih keperak-perakan, bersifat keras, mudah ditempa, sedikit feromagnetik, dan merupakan konduktor yang agak baik terhadap panas dan listrik. Nikel

tergolong dalam grup logam besi-kobalt, yang dapat menghasilkan aloi yang sangat berharga.

Proses Perpaduan Logam

Surah Al-Kahf (18): 96 juga memuat informasi tentang proses dan kondisi logam. Proses pertama adalah pengumpulan bongkahan dan potongan besi sampai *sâwâ baina al-shadafaini. Al-shadafaini* adalah bentuk *isim* dua dari *al-shadafu* yang berarti dua kulit kerang. Seekor kerang memang mempunyai dua kulit yang keras, dan ketika kedua kulit ini terbuka, tampak ada celah antara dua kulit tersebut.

Baina al-shadafaini berarti celah di antara dua tempat yang kokoh, sedangkan *sâwâ baina al-shadafaini* adalah setinggi celah dua tempat yang kokoh. Kulit keong juga dapat dipandang sebagai dinding kokoh yang membentuk dan berfungsi sebagai cetakan dasar.

Setelah tumpukan potongan besi sama dengan ukuran cetakan, dilakukan proses pemanasan di antaranya dengan cara mengembuskan api. Proses dilakukan sampai besi mencair merah menyala, selanjutnya dituangkan tembaga cair. Inti dari proses ini adalah pemanasan sampai keadaan cair, lalu penuangan ke dalam cetakan, dan proses perpaduan melalui penuangan salah satu logam ke logam lainnya.

Gambar 2 Kerang
sumber: yoaskelana.wordpress.com

Proses yang dilakukan oleh Zulkarnain dalam Surah Al-Kahf tersebut, tidak lain adalah proses pengecoran (*casting*) logam. Pengecoran logam merupakan teknik pembuatan produk melalui pencairan atau peleburan logam dalam tungku, kemudian dituangkan dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk yang diinginkan. Tahap berikutnya adalah mengembalikan lo-

gam cair menjadi padat. Setelah tercapai, cetakan disingkirkan dan produk logam cor digunakan untuk proses dan keperluan lebih lanjut.

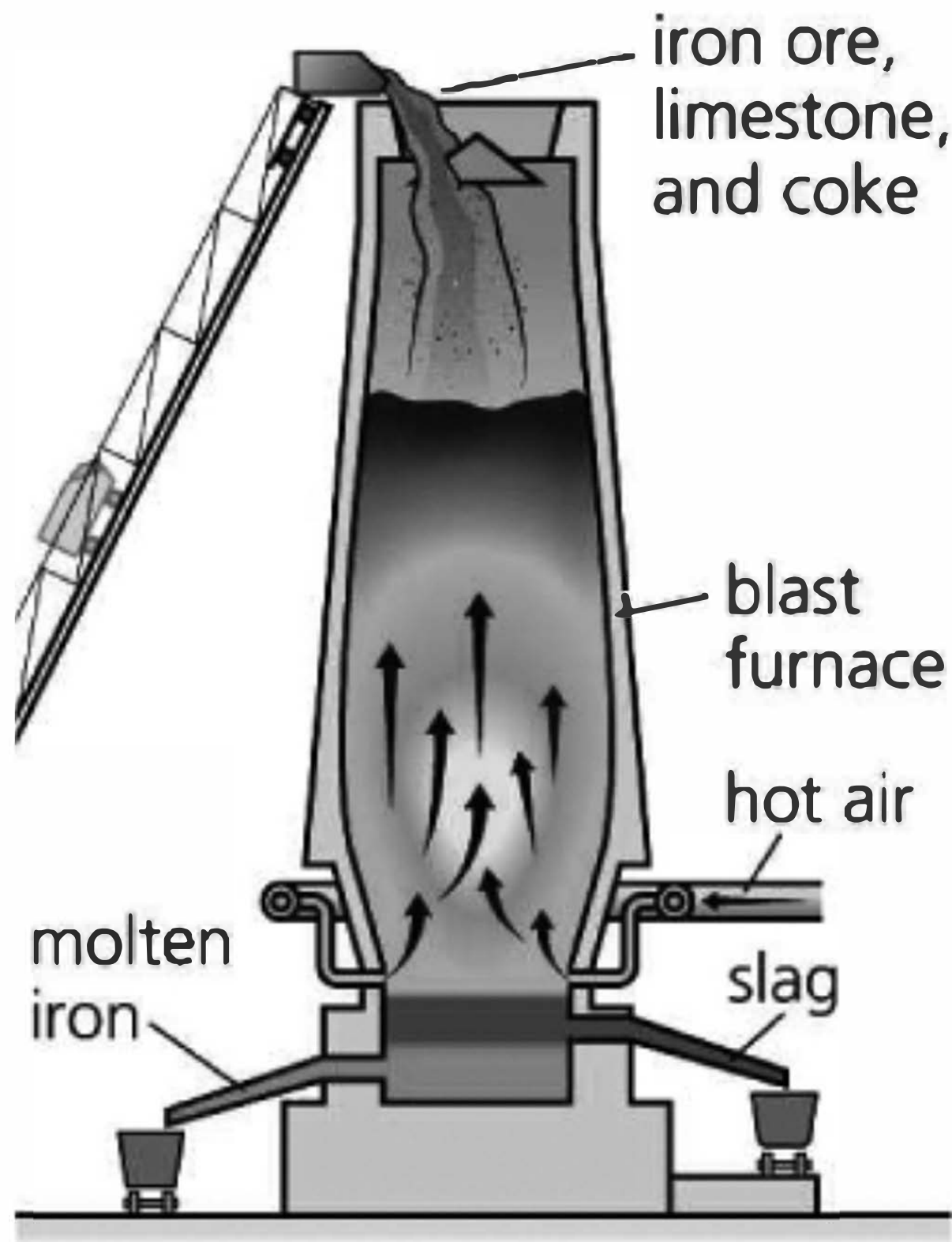
Bahan logam padat dicairkan sampai suhu titik cair. Logam yang paling banyak digunakan dalam pengecoran adalah besi. Pemanasan dengan tujuan peleburan atau pencairan logam merupakan aspek terpenting dalam proses pengecoran karena berpengaruh langsung pada kualitas produk cor. Pada proses peleburan, mula-mula muatan yang terdiri dari logam, unsur-unsur paduan, dan material lainnya dimasukkan ke tungku.

Tungku

Tungku peleburan yang biasa digunakan dalam pengecoran logam adalah tungku busur listrik, tungku induksi, tungku krusibel, dan tungku kupola. Tungku busur listrik mempunyai laju peleburan tinggi, polusi lebih rendah dibandingkan dengan tungku-tungku lain. Ia memiliki kemampuan menahan logam cair pada temperatur tertentu dalam jangka waktu lama untuk tujuan pemaduan.

Tungku induksi mampu mengatur komposisi kimia pada skala peleburan kecil, biasanya digunakan pada industri pengecoran kecil, dan digunakan pada industri pengecoran logam non-ferro. Tungku krusibel menggunakan berbagai jenis bahan bakar, digunakan secara luas sepanjang sejarah peleburan logam. Tungku ini dapat digunakan dalam keadaan miring dan dapat dipindah-pindahkan. Selain itu, tungku ini juga dapat diaplikasikan pada logam-logam ferro dan non-ferro.

Tungku kupola terdiri dari bejana baja vertikal yang di dalamnya terdapat susunan bata tahan api, dapat beroperasi secara kontinu, menghasilkan logam cair dalam jumlah besar, dan laju peleburan tinggi.

Secara umum, proses pengecoran dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan. Hasil pengecoran disebut coran, atau benda

Gambar 3 Proses Pencairan Logam
sumber: www.solarnavigator.net

cor. Proses pengecoran dapat dibagi dalam dua tahap, yaitu tahap atau proses pengecoran dan tahap pencetakan. Proses pengecoran tidak menggunakan tekanan sewaktu mengisi rongga cetakan, sedangkan proses pencetakan adalah logam cair ditekan agar mengisi rongga cetakan.

Cetakan untuk kedua proses ini pun berbeda. Pada proses pengecoran, cetakan biasanya dibuat dari pasir; sedangkan pada proses pencetakan, cetakannya dibuat dari logam. Cetakan yang digunakan dalam proses pengecoran dapat diklasifikasi menjadi dua pola, yaitu pola sekali pakai (*expendable mold*) dan pola permanen dan dapat digunakan berulang-ulang. Cetakan pasir termasuk dalam pola sekali pakai karena hanya dapat digunakan satu kali pengecoran, setelah itu cetakan tersebut dirusak saat pengambilan benda coran.

Gambar 4 Tungku Pengapian Logam
sumber: indonetwork.web.id

Untuk pembuatan cetakan, pasir yang biasa digunakan adalah pasir silika (SiO_2). Pasir merupakan bentukan dari hancurnya batu-batuan dalam jangka waktu lama. Pasir digunakan sebagai bahan cetakan karena murah dan tahan terhadap temperatur tinggi. Ada dua jenis pasir yang umum digunakan, yaitu *naturally bonded* (*banks sands*) dan *synthetic* (*lake sands*). Komposisi pasir sintetik mudah diatur sehingga lebih disukai, khususnya oleh industri pengecoran.

Pemilihan jenis pasir untuk cetakan melibatkan beberapa faktor penting, seperti bentuk dan ukuran pasir. Contoh, pasir halus dan bulat akan menghasilkan permukaan produk yang mulus/halus. Untuk membuat pasir cetak, selain pasir, juga dibutuhkan perekat, yaitu bentonit atau lempung, resin, furan, dan air. Ketiga bahan tersebut diaduk dengan komposisi tertentu dan siap dipakai sebagi bahan pembuat cetakan.

Teknik pengecoran telah berkembang pesat dan secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu pengecoran tradisional dan pengecoran kontemporer. Teknik tradisional meliputi pengecoran cetakan pasir, pengecoran pasir kering, pengecoran cetakan kerangka, pengecoran cetakan semen, dan pengecoran cetakan vakum. Sedangkan teknik pengecoran kontemporer meliputi pengecoran tekanan tinggi, pengecoran cetakan permanen, pengecoran sentrifugal, pengecoran cetakan plester, pengecoran investasi, dan pengecoran keramik padat.

Perbedaan mendasar di antara kedua pengecoran tersebut adalah pengecoran kontemporer tidak bergantung pada pasir dalam pembuatan cetakannya. Perbedaan lainnya, pengecoran kontemporer biasanya digunakan untuk menghasilkan produk dengan geometri yang relatif kecil dibandingkan bila menggunakan pengecoran tradisional. Selain itu, hasil coran kontemporer juga tidak memerlukan proses tambahan untuk penyelesaian permukaan.

Sering kali pada logam cair tersebut ditambahkan campuran logam, seperti aluminium, kromium, silikon, tembaga, titanium, maupun non-logam agar diperoleh sifat fisik, mekanik, listrik, dan visual yang lebih baik. Bahan yang sudah cair selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan sampai beberapa lama. Contoh paduan logam yang populer adalah baja tahan karat yang merupakan pencampuran dari besi (Fe) dengan kromium (Cr).

Hasil pengecoran ada dua, bahan baku dan produk jadi atau *parts*. Perpaduan nikel, kromium, dan besi menghasilkan bahan baku baja tahan karat (*stainless steel*) yang diproses lebih lanjut menjadi peralatan dapur, seperti sendok dan panci, ornamen-ornamen rumah dan gedung, serta komponen industri. Mur, baut, pelek sepeda atau mobil merupakan contoh produk jadi atau *parts*.

Logam besi yang biasa kita temui dalam pemakaian bukan logam murni, melainkan suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Untuk menghasilkan suatu logam paduan yang mempunyai sifat yang berbeda dengan besi dan karbon, dicampur dengan bermacam-macam logam lainnya. Logam besi terdiri dari

komposisi kimia yang sederhana antara besi dengan karbon. Masuknya unsur kimia ke dalam besi dapat dilakukan dengan berbagai cara. Adapun jenis-jenis logam besi, antara lain besi tuang, besi tempa, baja lunak, baja karbon sedang, baja karbon tinggi, baja karbon tinggi dengan campuran.

Besi tuang merupakan campuran besi dan karbon dengan kadar karbon sekitar 4%, bersifat rapuh tidak dapat ditempa, baik untuk dituang, liat dalam pemadatan, dan lemah dalam tegangan. Besi jenis ini biasa digunakan untuk membuat alas mesin, meja perata, bagian-bagian mesin bubut, blok silinder, dan cincin torak. Besi tempa terdiri dari 99% besi murni, bersifat dapat ditempa, liat, dan tidak dapat dituang. Besi tempa antara lain dapat digunakan untuk membuat rantai jangkar, kait keran, dan landasan kerja pelat.

Baja lunak merupakan campuran besi dan karbon dengan kadar karbon sangat rendah, yaitu 0,1%-0,3%, mempunyai sifat dapat ditempa dan liat. Digunakan untuk membuat mur, sekrup, pipa, dan keperluan umum dalam pembangunan. Baja karbon sedang merupakan campuran besi dan karbon dengan kadar karbon 0,4%-0,6%. Baja karbon sedang digunakan untuk membuat benda kerja tempa berat, poros, dan rel baja.

Baja karbon tinggi adalah campuran besi dan karbon dengan kadar karbon 0,7%-1,5%, bersifat dapat ditempa, dapat disepuh keras, dan dimudakan. Baja jenis ini banyak digunakan untuk membuat kikir, pahat, gergaji, tap, stempel, dan alat mesin bubut. Baja karbon tinggi dengan campuran adalah baja karbon tinggi yang ditambah nikel atau kobalt, kromium, atau tungsten. Baja ini mempunyai sifat rapuh, tahan suhu tinggi tanpa kehilangan kekerasan, dapat disepuh keras, dan dimudakan. Mesin bubut dan alat-alat mesin biasa menggunakan baja jenis terakhir ini.[]

Perahu Layar dan Kapal Laut

Tuhanmulah yang melayarkan kapal-kapal di lautan untukmu, agar kamu mencari karunia-Nya. Sungguh, Dia Maha Penyayang terhadapmu. (QS Al-Isrâ' [17]: 66)

Z*ajja-yazujju-zajjan* زجا – يزج – زج (lari, berjalan kencang, melompat). *Al-fulku* الفلك (kapal); *al-ba<u>h</u>ru J al-ab<u>h</u>uru-al-bi<u>h</u>âru* البحر ج الأبحر – البحار (laut, air asin). *Baghâ-yabghî-baghyan-bughyatan-bughâ'an* بغى – يبغى – بغيا – بغية –بغاء (mencari, menghendaki, menunjuk); *al-fadhlu-al-fudhûlu* الفضل – الفضول (kelebihan, karunia).

Kapal dapat berjalan di lautan. Ada dua hal dalam kasus kapal berjalan, yaitu terapung atau tidak tenggelam dan berjalan. Tidak semua benda terapung di air. Ada benda yang terapung, melayang, dan tenggelam. Kapal harus terapung. Apa syarat benda dapat terapung di air? Benda terapung akan tetap berada di tempat tertentu, tidak berpindah, tidak beralih. Kapal harus dapat berjalan. Bagaimana kapal dapat berjalan?

Dalam bahasa Al-Quran, berjalannya kapal adalah akibat digerakkan Tuhan. Pertanyaannya, bagaimana Tuhan melakukannya? Dalam sudut pandang alam, tindakan Tuhan ini dimediasi oleh medium apa dan dengan mekanisme bagaimana? Al-Quran menyatakan bahwa kapal bergerak karena tiupan angin.

Dialah Tuhan yang menjadikan kamu dapat berjalan di daratan, (dan berlayar) di lautan. Sehingga apa-

Gambar1 Kapal atau Perahu Layar
sumber: faculty.staff.oe.edu

bila kamu berada di dalam kapal, dan meluncurlah (kapal) itu membawa mereka (orang-orang yang ada di dalamnya) dengan tiupan angin yang baik, dan mereka bergembira karenanya. (QS Yûnus [10]: 22)

Sayyara-yusayyiru سير – يسير (memperjalankan); dari *sâra-yasîru-sairan, masîran* سار – يسير – سيرا و مسيرا (berjalan malam). *Al-barru J al-burûru* البر ج البرور (daratan); *rî<u>h</u>un J riyâ<u>h</u>un* ريح ج رياح (angin, bau). *Jarâ-yajrî-jaryan* جرى – يجرى – جريا (berlari, mengalir); *jarrâ-ajrâ* أجرى – جرى (mengalirkan, menjalankan); *fari<u>h</u>a-yafra<u>h</u>u-far<u>h</u>an* فرح – يفرح – فرحا (sukacita, gembira).

Kapal dapat berjalan karena tiupan angin, karenanya pada kapal dilengkapi layar yang dapat menangkap angin dan kapal demikian disebut kapal atau perahu layar. Layar berfungsi menangkap angin, dalam arti layar mewakili tubuh atau bagian kapal yang dapat didorong angin. Semakin lebar layar, semakin banyak angin ditangkap atau se-

makin banyak bagian kapal yang didorong angin sehingga kapal semakin cepat berjalan.

Milik-Nyalah kapal-kapal yang berlayar di lautan bagaikan gunung-gunung. (QS Al-Ra<u>h</u>mân [55]: 24)

Al-jawâru الجوار (air yang melimpah, kapal laut); *'alamu J a'lâmu* أعلام علم ج (bendera, bukit yang panjang).

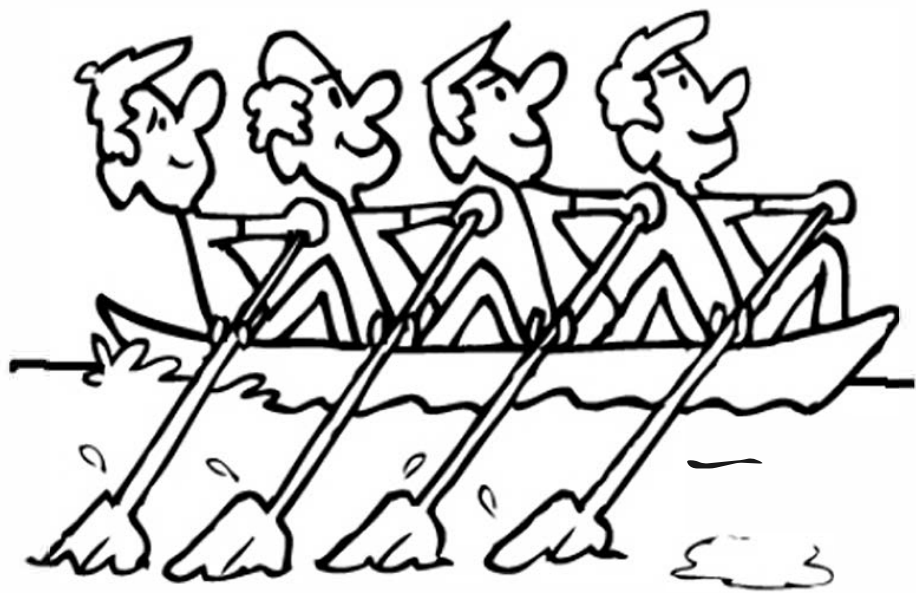
Masalahnya, seberapa lebar dan seberapa tinggi layar yang dapat dipasang pada kapal sehingga kapal tetap setimbang dan tidak roboh? Kapal butuh dorongan, salah satunya dorongan dari angin. Tanpa angin, kapal tidak dapat berjalan.

وَمِنْ اٰيٰتِهِ الْجَوَارِ فِى الْبَحْرِ كَالْاَعْلَامِ ۗ ﴿٣٢﴾
اِنْ يَّشَأْ يُسْكِنِ الرِّيْحَ فَيَظْلَلْنَ رَوَاكِدَ عَلٰى ظَهْرِهٖ ۗ
اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّكُلِّ صَبَّارٍ شَكُوْرٍۙ ﴿٣٣﴾

Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya ialah kapal-kapal (yang berlayar) di laut seperti gunung-gunung. Jika Dia menghendaki, Dia akan menghentikan angin, sehingga jadilah (kapal-kapal) itu terhenti di permukaan laut. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang yang selalu sabar dan banyak bersyukur. (QS Al-Syûrâ [42]: 32-33)

Gambar 2 Perahu Dayung
sumber: flatstomachinfo.net

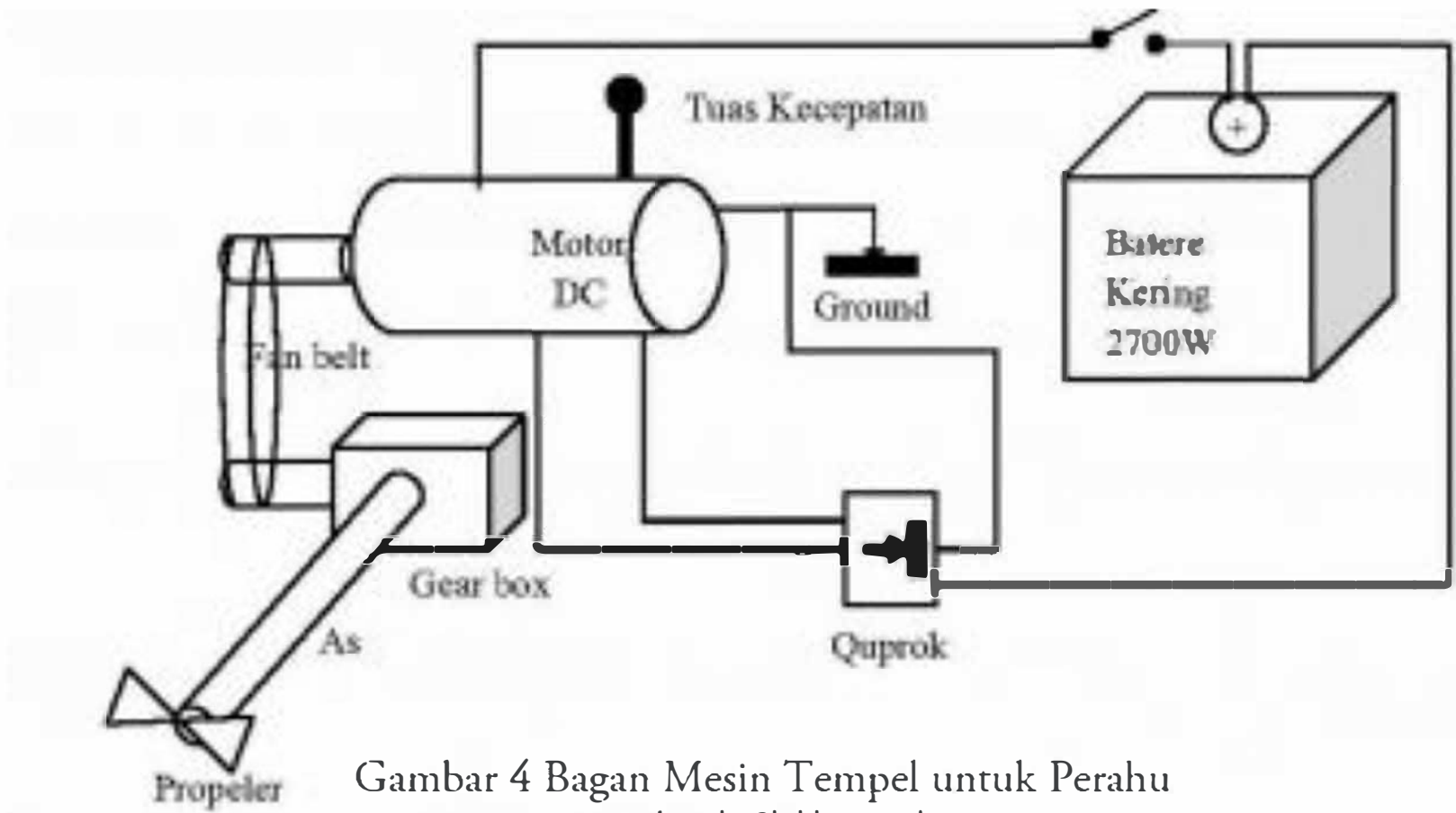
Sakana-yaskunu-sukûnan سكن – يسكن – سكونا (tenang, tidak bergerak, diam); *zhalla* ظل (menjadi). *Rawâkidu* رواكد jamak dari *râkidun* راكد (diam, tenang, tetap di tempatnya). *Zhahrun* ظهر (daerah, punggung).

Tanpa angin, kapal tidak dapat berjalan karena tidak ada ke-

Gambar 3 Perahu Dayung
sumber: timtim.com

kuatan alam yang mendorongnya. Mungkinkah kekuatan angin diganti oleh kekuatan lain? Sangat mungkin. Dayung adalah alat alternatif untuk menggerakkan kapal, tepatnya perahu. Dayung berfungsi seperti tangan orang berenang, mendorong air ke belakang sehingga perahu mendapat dorongan ke depan.

Untuk menambah kekuatan dorong sering kali dayung dan pendayung ditambah. Perahu pun dapat bergerak lebih cepat dibandingkan jika didorong oleh seorang pendayung. Perahu dayung menggunakan tenaga manusia yang relatif terbatas sehingga meskipun banyak tenaga pendayung, kecepatan perahu tetap sangat terbatas.

Manusia terus berusaha membuat perahu yang lebih besar dan dapat bergerak lebih cepat. Ketika mesin ditemukan, ada pemikiran membuat perahu dengan mesin. Upaya paling sederhana adalah menempelkan mesin yang dapat menggerakkan baling-baling pada bagian belakang perahu.

Perahu-perahu tersebut adalah perahu yang terbuat dari kayu. Perahu yang dari sisi bahan sama dengan bahan perahu Nabi Nuh a.s.,

Gambar 4 Bagan Mesin Tempel untuk Perahu
sumber: kp3k.kkp.go.id

kayu dan paku. Kita relatif menerima alasan atau sebab perahu kayu ini tidak tenggelam. Banyak kayu batang pohon yang kita lihat terapung di air. Karenanya, wajar jika perahu yang terbuat dari kayu juga terapung.

Dan Kami angkut dia (Nuh) ke atas (kapal) yang terbuat dari papan dan pasak. (QS Al-Qamar [54]: 13)

Alwâhun ألواح (papan); *disârun J dusurun-dusrun* دسار ج دسر – دسر (sabut, paku).

Kapal Nabiyullah Nuh a.s. hanya diisi sedikit orang, yaitu orang-orang yang telah menerima seruan risalah dakwah Nabi Nuh. Meskipun demikian, kapal Nabi Nuh diisi banyak pasangan hewan.

Hingga apabila perintah Kami datang dan tanur (dapur) telah memancarkan air, Kami berfirman, "Muatkanlah ke dalamnya (kapal itu) dari masing-masing (binatang) sepasang (jantan dan betina), dan (juga) keluargamu, kecuali orang yang telah terkena ketetapan terdahulu dan (muatkan pula) orang yang beriman." Dan orang-orang beriman yang bersama dengan Nuh hanya sedikit. (QS Hûd [11]: 40)

Fâra-yafûru-fauran-fawaranan فار – يفور – فورا – فورنا (penuh, mendidih, terbit, memancar, menyebar); *tanûrun* تنور (dapur, tungku). *Zaujun* زوج (suami, istri, sepasang); *tsaniyah, itsnâni* ثَنِيَةٌ – إِثْنَانِ (dua).

Pasangan hewan jantan-betina dinaikkan ke kapal agar hewan-hewan ini tidak habis punah ketika dilanda banjir besar. Hewan-hewan ini dapat kembali beranak pinak setelah banjir reda dan kehidupan margasatwa kembali normal seperti semula. Hewan apa saja yang diangkut kapal Nabi Nuh? Tentu sangat banyak. Namun, seberapa banyak?

Mengingat kapal mempunyai keterbatasan daya tampung. Artinya, jika diberi muatan lebih dari kemampuannya, kapal akan tenggelam.

Dan suatu tanda (kebesaran Allah) bagi mereka adalah bahwa Kami angkut keturunan mereka dalam kapal yang penuh muatan, dan Kami ciptakan (juga) untuk mereka (angkutan lain) seperti apa yang mereka kendarai. Dan jika Kami menghendaki, Kami tenggelamkan mereka. Maka, tidak ada penolong bagi mereka dan tidak (pula) mereka diselamatkan. (QS Yâ' Sîn [36]: 41-43)

Syahana-yasyhanu-syahnan شحن – يشحن – شحنا (memuat, penuh); *al-masyhûn* المشحون (yang penuh). *Ghariqa-yaghraqu-gharaqan* غرق – يغرق – غرقا (karam, tenggelam). *Sharakha-yashrakhu-sharîkhan* صرخ – يصرخ – صريخا (berteriak keras, meminta pertolongan); *sharîkhun J shurakhâ'u* صريخا ج صرخاء (penolong, pembantu). *Naqadza-yanqudzu-naqdzan* نقذ – ينقذ – نقذا (melepaskan, menyelamatkan).

Selain karena terpaan angin dahsyat dan gelombang air laut yang besar, kapal juga dapat tenggelam karena kebanyakan muatan. Pertanyaannya, jika seseorang ingin mengangkut seratus orang dengan bawaan sekian ton, berapa ukuran minimum kapal dan dapat dibuat dari bahan dengan berat berapa? Kapal pun harus dirancang dengan tepat.

وَاصْنَعِ الْفُلْكَ بِأَعْيُنِنَا وَوَحْيِنَا وَلَا تُخَاطِبْنِي فِي الَّذِينَ ظَلَمُوا ۚ إِنَّهُم مُّغْرَقُونَ ﴿٣٧﴾
وَيَصْنَعُ الْفُلْكَ وَكُلَّمَا مَرَّ عَلَيْهِ مَلَأٌ مِّن قَوْمِهِ سَخِرُوا مِنْهُ ۚ قَالَ إِن تَسْخَرُوا مِنَّا فَإِنَّا نَسْخَرُ مِنكُمْ كَمَا تَسْخَرُونَ ﴿٣٨﴾

"Dan buatlah kapal itu dengan pengawasan dan petunjuk wahyu Kami, dan janganlah kamu bicarakan dengan Aku tentang orang-orang yang zalim. Sesungguhnya mereka itu akan ditenggelamkan." Dan mulailah dia (Nuh)

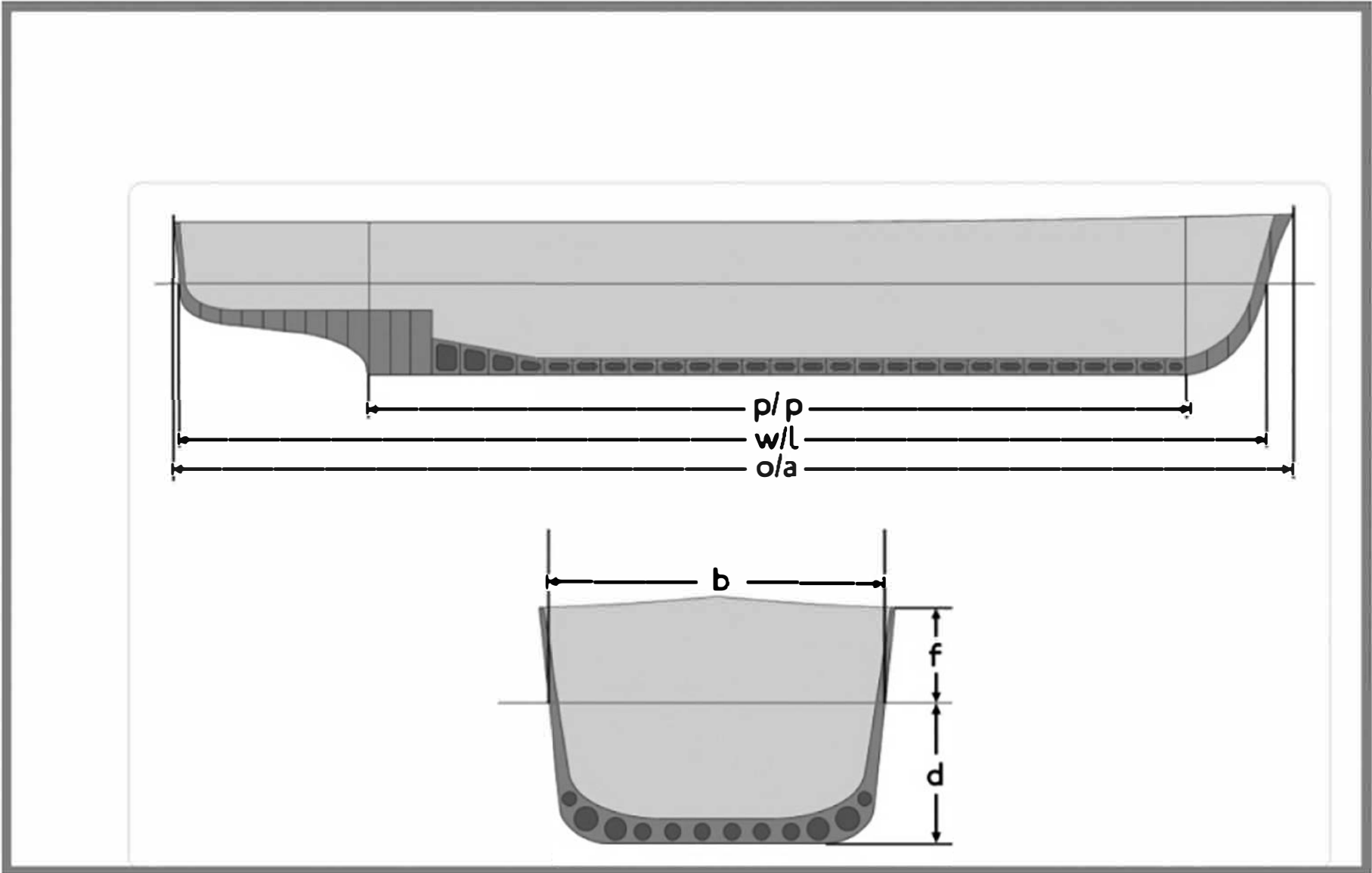
membuat kapal. Setiap kali pemimpin kaumnya berjalan melewatinya, mereka mengejeknya. Dia (Nuh) berkata, "Jika kamu mengejek kami, kami (pun) akan mengejekmu sebagaimana kamu mengejek (kami)." (QS Hûd [11]: 37-38)

Shana'a-yashna'u-shan'an-shun'an صنع – يصنع – صنعا – صنعا (membuat). *'Âna-ya'înu-'ainan* عان – يعين – عينا (terkena mata); *'ayyana* عين (menentukan sesuatu); *'âyana* عاين (melihat dengan mata kepala sendiri).

Kapal dapat tenggelam. Pertanyaannya dapat dibalik, kapal dengan bentuk dan ukuran tertentu mempunyai berapa daya tampung? Berapa banyak dan apa saja yang dapat dimasukkan ke kapal?

Rekayasa kapal, itulah tugas kita. Nabi Nuh a.s. adalah orang pertama yang tercatat diajari merancang dan membuat kapal. Dengan demikian, kita harus mempelajari "manuskrip" rancangan kapal Nabi Nuh a.s.

Kapal laut harus dapat terapung di air. Kapal atau perahu tradisional biasanya terbuat dari kayu yang umumnya memang terapung di

Gambar 5 Bagian Cekung Perahu
sumber: cs.nott.ac.uk

Gambar 6 Tampakan Samping dan Depan Kapal
sumber: en.wikipedia.org

air. Bagaimana jika ingin membuat kapal yang lebih kuat, misalnya, dari bahan logam? Bukankah logam umumnya tenggelam di air?

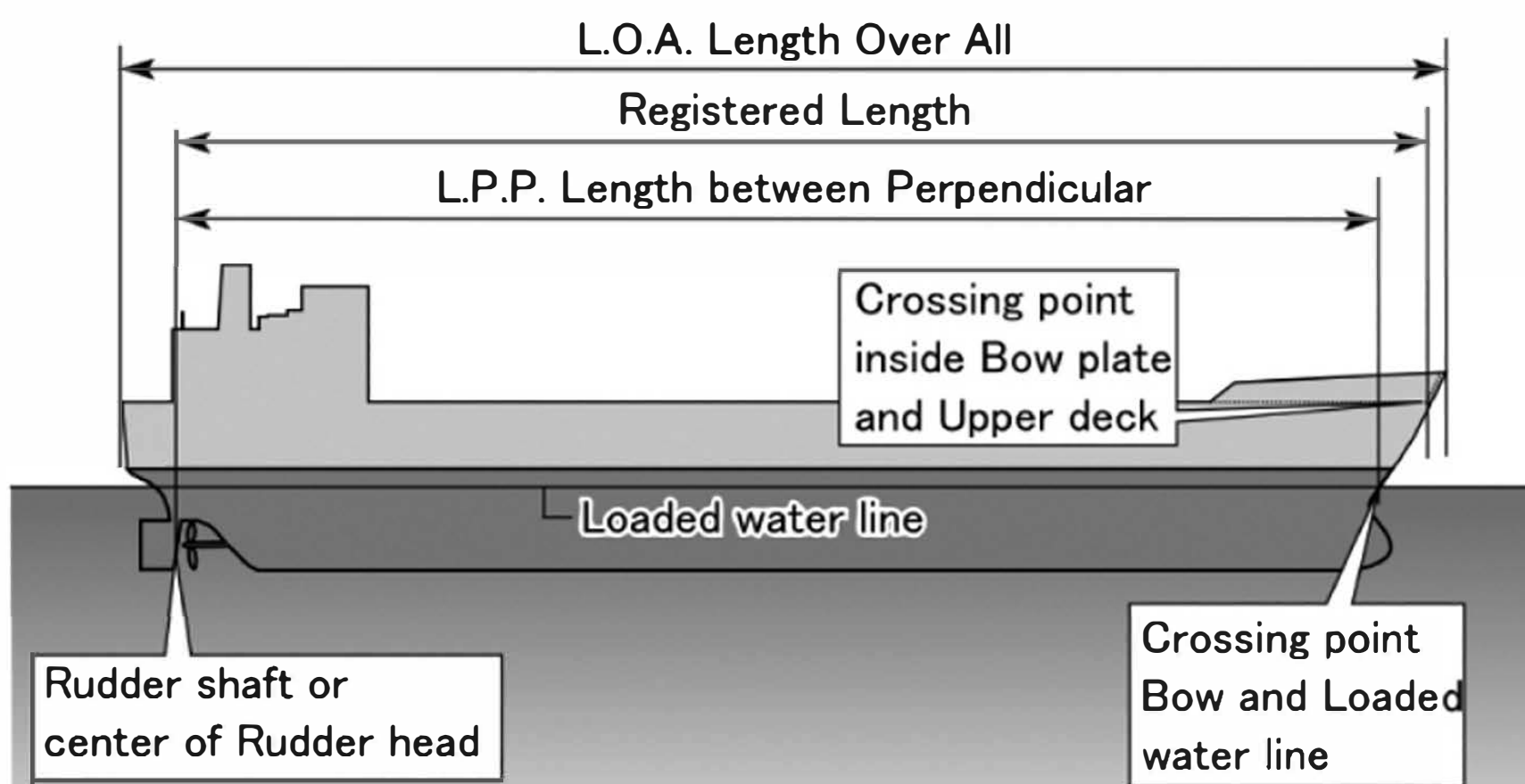
Suatu benda akan terapung di air jika benda tersebut mempunyai massa jenis lebih kecil daripada massa jenis air. Logam mempunyai massa jenis lebih besar daripada air, tetapi kapal dari logam tetap dapat terapung, tidak tenggelam. Kapal dapat terapung di permukaan air karena kapal mempunyai bentuk permukaan cekung.

Pada saat perahu atau kapal berada di air, kapal akan menekan permukaan air dan bagian badan kapal akan turun sampai kedalaman tertentu. Sebaliknya, air akan menekan badan atau lambung kapal yang arahnya ke atas sehingga kapal mengapung. Semakin banyak beban kapal, semakin banyak bagian kapal turun dan semakin banyak air dipindah oleh badan kapal. Jumlah air yang digantikan oleh kapal akan sebanding dengan tekanan air pada badan kapal.

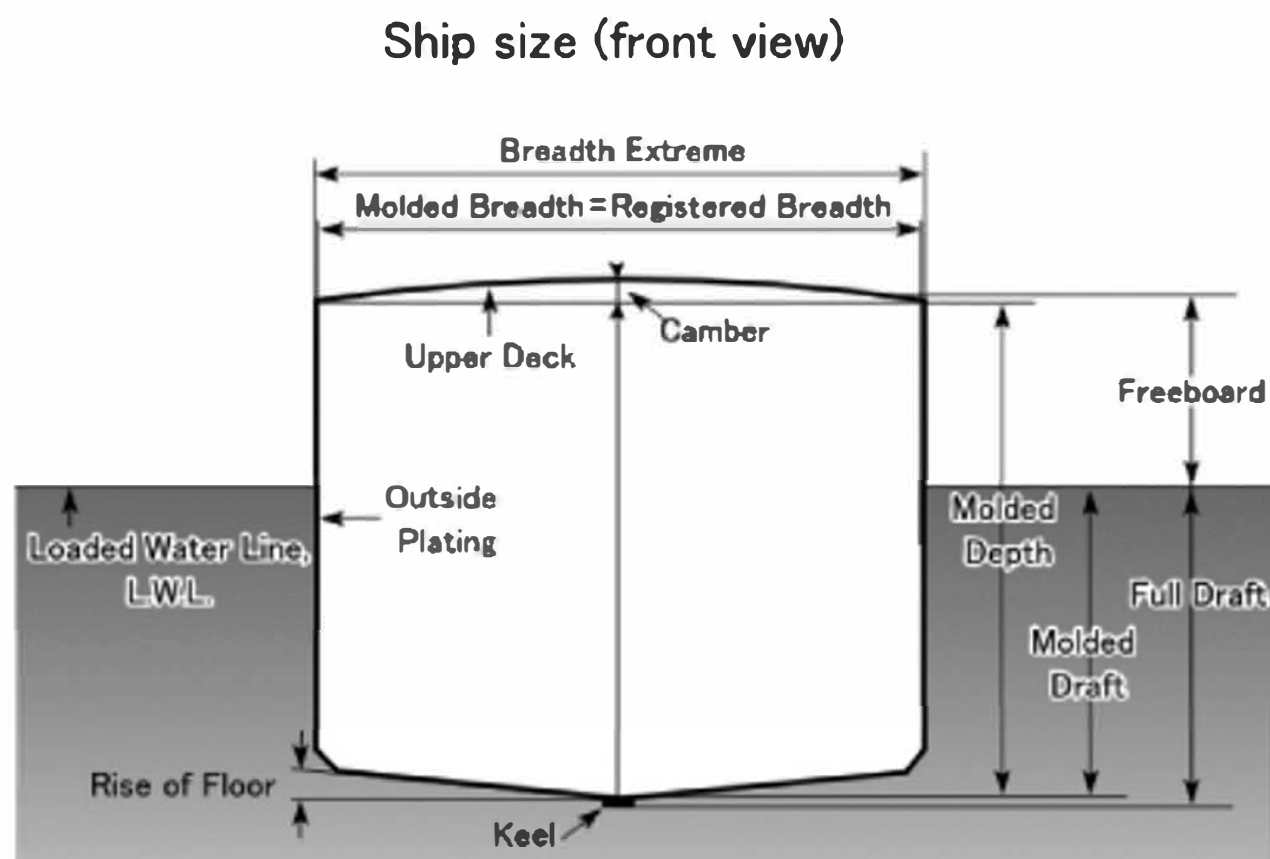
Misalkan, volume perahu adalah satu meter kubik, volume ini setara dengan berat 1 ton. Dengan kata lain, perahu ini dapat mengangkut beban total sekitar 1 ton ikan dan nelayannya. Bila beban lebih besar

dari 1 ton, perahu akan tenggelam. Untuk kapal ferry, misalkan, berukuran 10m x 10m x 20m, muatan yang dapat diangkut adalah 2 ribu ton.

Kapal harus dirancang ukuran dan berat bahan pembuatnya. Dari ukuran dan bahan ini, kita dapat memperkirakan daya tampung kapal. Muatan maksimum yang dapat diangkut kapal bisa diketahui dengan baik sehingga musibah kapal tenggelam karena kelebihan beban (*overload*) dapat dihindari sejak dini.

Panjang keseluruhan kapal diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan kapal dikenal sebagai Length Over All (LOA) atau o/a. Panjang atau jarak mendatar antara kedua ujung muat, diukur dari titik potong linggi haluan dan garis air muat sampai titik potong garis dengan linggi belakang dikenal sebagai Registered Length atau Length on the Water Line (LWL) atau w/l. Panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat dan sejajar lunas.

Gambar 7 Ukuran Badan Kapal Tampak dari Samping
sumber: commons.wikipedia.org

Kapal selain mempunyai ukuran panjang juga mempunyai ukuran lebar. *Breath* (b) adalah lebar dalam, yaitu jarak mendatar gading tengah

Ship size (front view)

Gambar 8 Ukuran Badan Kapal Tampak Depan
sumber: commons.wikimedia.org

kapal yang diukur pada bagian luar gading, tidak termasuk tebal kulit lambung. Ukuran lain adalah *draft* atau *full draft* (d) adalah jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat. *Freeboard* (f) adalah tinggi kapal yang tidak masuk ke air.

Dari Gambar 7 dan 8 tampak bagian kapal yang terendam di dalam air. Akibat sebagian tubuh kapal terendam adalah adanya air yang dipindahkan dan diganti oleh tubuh kapal. Volume air yang dipindahkan dikalikan massa jenis air memberikan massa air yang dipindahkan. Seperti telah disebutkan tadi, volume satu meter kubik air setara dengan berat 1 ton.

Deadweight tonnage atau *deadweight* saja atau bobot mati kapal adalah berat kapal yang masih dapat berlayar bebas atau berat total kapal maksimum yang diizinkan. Bobot mati merupakan jumlah dari berat muatan, bahan bakar, air bersih, air pemberat, perbekalan, penumpang, dan awak kapal.

Kapal terbesar yang pernah dibuat manusia modern adalah kapal supertanker Pierre Guillaumat buatan galangan kapal Chantiers de l'Atlantique Prancis di pertengahan 1970-an. Kapal ini mempunyai panjang 414,22 meter, balok 63,01 meter, dan kedalaman muat *draft* 28,5 meter, serta bobot mati 555.000 ton.

Dari sisi ukuran atau dimensi, supertanker Knock Nevis atau Jahre Viking atau Happy Giant atau Seawise Giant masih lebih besar, tetapi kalah dalam berat kotor dari Pierre Guillaumat. Supertanker dengan kelas Ultra Large Crude Carrier (ULCC) ini mempunyai panjang 458,45 meter, balok 68,8 meter, dan kedalaman muat 24,61 meter, serta bobot mati 564.763 ton. Kapal ini dibuat oleh Sumitomo Heavy Industries Yard di Jepang pada 1975.

Gambar 9 Supertanker Pierre Guillaumat
sumber: photoship.co.uk

Kapal yang tidak kalah hebat adalah kapal perang terbesar yang dimiliki oleh Angkatan Laut Amerika Serikat. Dari sekian banyak armada perang US Navy, yang terbesar adalah kapal induk dari kelas Nimitz. Supercarrier

Gambar 10 Supertanker Knock Nevis
sumber: knock-nevis.com

Gambar 11 Kapal Induk Nimitz
sumber: military.discovery.com

kelas Nimitz ini dilengkapi dengan 2 reaktor nuklir buatan Westinghouse sebagai penggerak 4 turbin uap yang terhubung dengan 4 poros propeler. Tenaga nuklir ini membuat kapal tidak perlu mengisi Pertamaks selama 20 tahun. Sedangkan sistem logistiknya memungkinkan kapal keliling dunia *nonstop* tanpa harus berhenti dan bersandar di pelabuhan tertentu untuk mengisi bahan logistik.

USS Enterprise ini mempunyai ukuran panjang 340 meter, balok 78 meter, dan *draft* 12 meter. Total kru yang diangkut adalah 5.700 orang, terdiri dari 3.200 pelaut dan 2.500 wing udara. Total pesawat yang dapat dibawa kapal induk ini adalah 85 unit yang merupakan kombinasi dari F-18E/F Super Hornet, EA-6B Prowler, E-2 Hawkeye, C-2 Greyhound, SH/HH-60 Seahawk, dan S-3 Viking.[]

Kepustakaan

Abbaschian, R., L. Abbaschian, dan R.E. Reed-Hill, *Physical Metallurgy Principles*, ed. ke-4, Stamford: Cengage Learning, 2009

Abdullah Abbas Nadwi, *Belajar Mudah Bahasa Al-Quran*, terjemahan, Bandung: Penerbit Mizan, 1992

Abdullah bin Muhammad Ad-Duwais, *Koreksi Tafsir Fi Zhilalil Quran*, terjemahan, Jakarta: Darul Qalam, 2003

Abdus Salam, *Sains dan Dunia Islam*, terjemahan, Bandung: Penerbit Pustaka, 1983

A. Gunawan Admiranto, *Menjelajah Bintang, Galaksi, dan Alam Semesta*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2009

Agus Purwanto, *Ayat-Ayat Semesta: Sisi-Sisi Al-Quran yang Terlupakan*, Bandung: Penerbit Mizan, 2008

_______, *Pengantar Kosmologi*, Surabaya: ITS Press, 2009

_______, *Pintar Membaca Arab Gundul dengan Metode Hikari*, Bandung: Penerbit Mizania, 2010

_______, *Purnama: Parameter Baru Penentuan Awal Bulan Qamariyah*, Bandung: Prosiding Seminar Hilal Boscha, 2009

_______, *Teori Relativitas Khusus*, Surabaya: ITS Press, 2011

Ahmad Hatta, *Tafsir Qur'an Per Kata*, Jakarta: Maghfirah Pustaka, 2009

Ahmad Warson Munawir, *Kamus Al-Munawwir Indonesia-Arab*, ed. ke-2, Surabaya: Pustaka Progresif, 1997

Ahmed Ali, *Al-Qur'an, A Contemporary Translation*, Princeton: Princeton Univ. Press, 1988

Alexander, W.O., dkk., *Dasar Metalurgi untuk Rekayasawan*, terjemahan, Jakarta: Gramedia, 1991

Badan Hisab Rukyat Departemen Agama Republik Indonesia, *Winhisab Versi 2.0*, Jakarta, 1996

Beckmann, Petr, *A History of Pi*, New York: St. Martin Press, 1971

Bertens, K., *Sejarah Filsafat Yunani*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1994

Callister, William D., *Materials Science and Engineering: An Introduction*, ed. ke-7, New York: John Wiley and Sons, 2007

Capra, Fritjof, *The Turning Point*, London: Flamingo, 1983

Clark, R.W., *Einstein: The Life and Times*, New York: International Ed., Harper, 2011

Collins, Francis S., *The Language of God*, New York: Free Press, 2006

Commins, S. dan R.N. Linscott, (ed.), *Man and The Universe: The Philosophers of Science*, New York: Modern Pocket Library, 1954

Cox, Brian and Jeff Forshaw, *Why Does $E=mc^2$?*, Cambridge: Da Capo Press, 2009

Dawkins, Richard, *The God Delusion*, London: Black Swan, 2007

Descartes, Rene, *Risalah tentang Metode*, terjemahan, Jakarta: Gramedia, 1995

Einstein, Albert, *The World As I See It*, terjemahan, Pasuruan: Pedati Publishing, 2007

_______, *Life is Like Riding a Bicycle*, terjemahan, Pasuruan: Instink Publishing, 2008

Elias, E.A. dan E.E. Elias, *Elias Modern Dictionary Arabic-English*, Kairo: Elias Modern Publishing, 1981

Fatchur Rochman, *160 Ayat-Ayat Hukum Al-Qur'an*, Surabaya: Apollo, 1993

Fazlur Rahman, *Islam and Modernity*, Chicago: The University of Chicago Press, 1984

Gaarder, Jostein, *Sophie's World*, New York: Berkley Books, 1996

Gamal Al-Banna, *Evolusi Tafsir*, terjemahan, Jakarta: Qisthi Press, 2004

Greg Soetomo, *Sains dan Problem Ketuhanan*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1995

Gribbin, John, *Fisika Kuantum*, terjemahan, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2003

Guiderdoni, Bruno, *Membaca Alam Membaca Ayat*, terjemahan, Bandung: Penerbit Mizan, 2004

Hari Amanto dan Daryanto, *Ilmu Bahan*, Jakarta: Bumi Aksara, 2003

Harun Nasution, *Filsafat dan Mistisisme dalam Islam*, Jakarta: Bulan Bintang, 1992

_______, *Muhammad Abduh dan Teologi Rasional Mu'tazilah*, Jakarta: UI Press, 1987

_______, *Teologi Islam*, Jakarta: UI Press, 1986

Hawking, Stephen, dan Leonard Mlodinow, *The Grand Design*, New York: Bantam Books, 2010

H.B. Santoso, *Jahe*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1989

H.J. Wospakrik, *Dari Atomos Hingga Quark*, Jakarta: Penerbit Universitas Atma Jaya dan Kepustakaan Populer Gramedia, 2005

Horgan, John, *The End of Science*, New York: Broadway Books, 1996

H.S. Ngumar, *Identifikasi Ukuran Kapal*, Jakarta, Departemen Pendidikan Nasional, 2004

Husin Al-Habsy, *Kamus Al-Kautsar Lengkap: Arab-Indonesia*, Bangil: Yayasan Pesantren Islam, 1986

Ibnu Katsir, *Tafsir Ibnu Katsir*, terjemahan, Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2002

Jammer, Max, *Tuhan dalam Fisika Einstein*, terjemahan, Yogyakarta: Multi Solusindo, 2011

Kerrod, Robin, *Astronomi*, terjemahan, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2005

Krauss, Lawrence M., *Fisika Star Trek*, terjemahan, Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia, 2003

Mahmud Yunus, *Kamus Arab-Indonesia*, Jakarta: Hidakarya Agung, 1989

_______, *Terjemah Al-Quran Karim*, Bandung: Al-Ma'arif, t.t.

Majid Fakhry, *A Short Introduction to Islamic Philosophy, Theology and Mysticism*, Oxford: Oneworld, 1998

M.A.K. Asy-Syahrastani, *Al-Milal wa Al-Nihal*, terjemahan, Surabaya: Bina Ilmu, 2007

Marschall, Laurence A., *The Supernova Story*, Princeton: Princeton University Press, 1988

M.H. Thabathaba'i dan Az-Zanjani, A.A., *Mengungkap Rahasia Al-Quran*, terjemahan, Bandung: Penerbit Mizan, 2009

Michio Kaku, *Physics of The Future*, New York: Doubleday, 2011

Milburn, G.J., *The Feynman Processor*, Massachusetts: Perseus Books, 1998

Mohammad Ilyas, *The Quest for a Unified Islamic Calendar*, Penang: University of Science Malaysia, 2000

Muhammad Abdus Salam, *Renaissance of Sciences in Islamic Countries*, ed. H.R. Dalafi dan M.H.A. Hassan, Singapura: World Scientific, 1994

Muhammad Ali Ash-Shabuni, *Ikhtisar Ulumul Qur'an Praktis*, terjemahan, Jakarta: Pustaka Amani, 2001

Muhammad bin Jamil Zeno, *The Pillars of Islam and Iman*, Riyadh: Dar-us-Salam Publishing, 1996

Mulyadhi Kartanegara, *Integrasi Ilmu*, Bandung: Arasy-Mizan, 2005

Murthada Muthahhari, *Manusia dan Alam Semesta: Konsepsi Islam tentang Jagat Raya*, Jakarta: Penerbit Lentera, 2002

_______, *Mengenal Epistemologi*, terjemahan, Jakarta: Penerbit Lentera, 2008

Musyrifah Sunanto, *Sejarah Islam Klasik: Perkembangan Ilmu Pengetahuan Islam*, Jakarta: Prenada Media, 2003

Padmanabhan, T., *After The First Three Minutes, The Story of Our Universe*, Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1998

Polkinghorne, J.C., *The Quantum World*, London: Longman, 1984

Q. Shaleh, *Asbabun Nuzul*, ed ke-2, Bandung: Penerbit Diponegoro, 2000

Quthb, S., *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an, Di Bawah Naungan Al-Qur'an*, terjemahan, Jakarta: Gema Insani Press, 2001

Raharto, M., *Sistem Penanggalan Syamsiah/Masehi*, Bandung: Penerbit ITB, 2001

Rahmat Rukmana, *Kencur*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1994

_______, *Temulawak, Tanaman Rempah dan Obat*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1995

Roy, A.E. dan D. Clarke, *Astronomy: Structure of the Universe*, ed. ke-3, Bristol: Adam Hilger, 1989

Russell, Bertrand, *History of Western Phylosophy*, London: Routledge, 2001

Sachiko Murata, *The Tao of Islam*, terjemahan, Bandung: Penerbit Mizan, 1996

S. Askar, *Kamus Arab-Indonesia Al-Azhar*, Jakarta: Senayan Publishing, 2009

Schlick, Moritz, *Filsafat Alam*, terjemahan, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2001

Seife, Charles, *Biografi Angka Nol*, terjemahan, Yogyakarta: e-Nusantara, 2008

Shing-Tung Yau dan Steve Nadis, *The Shape of Inner Space*, New York: Basics Books, 2010

Smith, William F., *Structure and Properties of Engineering Alloys*, ed. ke-2, New York: McGraw-Hill, 1993

Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab-Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008

Tata Surdia dan Shinroku Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, ed. ke-6, Jakarta: Pradnya Paramita, 2005

The Ministry of Hajj and Endorsments, The Kingdom of Saudi Arabia, *The Holy Quran, English Translation of The Meanings and Commentary*, Madinah: King Fahd Holy Quran Printing, 1990

Tim, *Al-Quran Al-Alim, Al-Quran Edisi Ilmu Pengetahuan*, Bandung: Penerbit Mizan, 2009

Van Klinken, Gerry, *Revolusi Fisika: Dari Alam Gaib ke Alam Nyata*, terjemahan, Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia, 2004

Van Vlack, L.H., *Ilmu dan Teknologi Bahan*, terjemahan, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1985

Verhaak, C. dan R. Haryono Imam, *Filsafat Ilmu Pengetahuan*, Jakarta: Gramedia, 1995

Weinberg, Steven, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, Massachusetts: Flamingo, 1997

Wiggins, A.W. dan Wynn, C.M., *Lima Masalah Terbesar Sains yang Belum Terpecahkan*, terjemahan, Bandung: Pakar Raya, 2004

Winardi Sutantyo, *Astrofisika: Mengenal Bintang*, Bandung: Penerbit ITB, 1984

Wouk, Herman, *The Language God Talks: On Science and Religion*, New York: Little Brown, 2010

Yusuf Al-Qardhawi, *Bagaimana Berinteraksi dengan Al-Qur'an*, terjemahan, Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2008

_______, *Bagaimana Memahami Hadis Nabi Saw.*, terjemahan, Bandung: Karisma, 1993

_______, *Pengantar Studi Hadis*, terjemah, Bandung: Pustaka Setia, 2007

_______, *Al-Qur'an Berbicara tentang Akal dan Ilmu Pengetahuan*, terjemahan, Jakarta: Gema Insani, 1998

Ziauddin Sardar, *Exploration in Islamic Science*, London: Mansell, 1989

Web

http://www.umm.edu/altmed/articles/ginger-000246.htm

http://blogofgeo.wordpress.com/2009/04/20/struktur-interior-bumi

http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1999/zewail-autobio.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Ahmed_Zewail

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_worlds_largest_ships_by_gross_tonnage

http://blog-thelounge.blogspot.com/2009/08/kapal-laut-terbesar-di-dunia.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Dirac

http://www.history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Dirac.html

http://nobelprize.org/nobel_prize/physics/laurates/1933/dirac-bio.html

http://nobelprize.org/nobel_prize/physics/laurets/1979/salam-bio.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Abdus_Salam

http://www.enchantedlearning.com/subjects/tsunami/

http://id.wikipedia.org/wiki/Tsunami

http://staff.fisika.ui.ac.id/tmart

Tentang Penulis

Agus Purwanto, D.Sc. (Doctor of Science) lahir di Jember, Jawa Timur, pada 1964. Menyelesaikan pendidikan SD, SMP, dan SMA di Jember, S1 (1989) dan S2 (1993) di Jurusan Fisika Institut Teknologi Bandung (ITB), S2 (1999) dan S3 (2002) di Jurusan Fisika Hiroshima University, Jepang. Bidang minatnya adalah fisika partikel teoretik dan penelitiannya pernah dipublikasikan di:

- *Modern Physics Letter*;
- *Progress of Theoretical Physics*;
- *Physical Review*;
- *Nuclear Physics;*
- *European Journal of Physics*;
- *Journal of Modern Physics*;
- *Open Journal of Microphysics.*

Selama kuliah S1, penulis aktif menjadi asisten Laboratorium Fisika Dasar, mata kuliah Fisika Dasar, Fisika Matematik, Gelombang dan Mekanika Kuantum. Pernah mendirikan dan menjadi Ketua Kelompok Diskusi Fisika Astronomi Teoretik (FiAsTe) ITB pada 1987-1989. Juga aktif menulis di media massa, seperti *Paradigma*, *Kuntum*, *Suara Muhammadiyah*, *Mekatronika*, *Kharisma*, *Simponi*, *Surya*, *Republika*, dan *Kompas*. Sejak 1989 menjadi staf pengajar di Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Penulis adalah Kepala Laboratorium Fisika Teori dan Filsafat Alam (LaFTiFA) ITS dan menjadi anggota Himpunan Fisika Indonesia dan

Physical Society of Japan. Awal 2006, menjadi Visiting Professor di almamaternya, Hiroshima University, dan Visiting Fellow di International Institute of Islamic Thought and Civilization (ISTAC), International Islamic University Malaysia (IIUM) Kuala Lumpur, dan Anggota Indonesia Center for Theoretical and Mathematical Physics (ICTMP). Sejak SMA, selain studi, penulis juga aktif di organisasi keagamaan; Ketua Ikatan Pelajar Muhammadiyah Jember, Ikatan Pelajar Muhammadiyah Jabar, Ketua Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah ITB, pendiri dan Ketua Mahasiswa Islam Fisika ITB, Ketua Muslim Indonesia di Hiroshima, Vice President Saijou-Hiroshima Moslem Association, salah seorang pendiri Pembinaan Anak-Anak Salman (PAS), wartawan dan redaktur berkala *Salman KAU*. Sejak SMA, penulis menyempatkan belajar Bahasa Arab (nahwu-sharaf) setengah autodidak dan kecanduan filsafat serta sastra. Buku-buku yang telah ditulis:

- *Pengantar Fisika Kuantum* (1997);
- *Metode Hikari: Arab Gundul, Siapa Takut?* (2005);
- *Fisika Kuantum* (2006);
- *Fisika Statistik* (2007);
- *Ayat-Ayat Semesta: Sisi-Sisi Al-Quran yang Terlupakan* (2008);
- *Pengantar Kosmologi* (2009);
- *Pintar Membaca Arab Gundul dengan Metode Hikari* (2010);
- *Teori Relativitas Khusus* (2011).